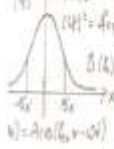




# FISICA Y REALISMO MAGICO



# FÍSICA Y REALISMO MÁGICO

## DIRECTOR

José De La Cruz Sierra Ortega

## SISTEMA UNIVERSITARIO ESTATAL DEL CARIBE COLOMBIANO - SUE CARIBE

**Carlos Robles Julio**

Rector Presidente

**Edgar Parra Chacón**

Rector Vicepresidente

**Carlos Prasca Muñoz**

Rector Uniatlántico

**Vicente Perrián Petro**

Rector Unisucre

**Jairo Torres Oviedo**

Rector Unicórdoba

**Enrique Mesa Daza**

Rector Unicesar

**Pablo Vera Salazar**

Rector Unimagdalena

**Eduardo Antonio García**

Rector UTCH

## SOCIEDAD COLOMBIANA DE FÍSICA

**Hernando Ariza Calderón**

Representante Legal



## COMITÉ EVALUADOR

Carlos Vargas Hernández	Javier Antonio Trujillo
Álvaro Bastidas Gustin	Julio Mass Varela
Julio Enrique Duarte	Rigoberto Casas Miranda
Héctor Lorduy Gómez	Alejandro García Varela
Alejandra Valencia González	Jaime Forero Romero
Yezid Torres Moreno	Santiago Vargas Domínguez
Ángel Salazar Martínez	Yeinzon Rodríguez García
Jaime Meneses Fonseca	Beatriz Sabogal Martínez
Freddy Rafael Pérez	Elisabeth Restrepo Parra
Pedro Torres Trujillo	José Muñoz Ñungo
Duber Ávila Padilla	Efraín Solarte Rodríguez
Román Castañeda Sepúlveda	German Ramos Zambrano
Paola Pacheco Martínez	Ubaldo Enrique Molina
Francisco Racedo Niebles	Jairo Alonso Mendoza
Rafael Sarmiento Mercado	Alirio Arias Jaraba
Jorge Rueda Parada	Rodrigo Covalada
Carlos Jesús Jiménez Ruiz	Roosevelt Carrillo Martínez
Néstor Alonso Arias	Carmen Araújo Quiroz
Gene Escorcía Salas	Elio Fabio Mejía
Aida Barbosa López	Andrés Díez Restrepo
Harold Paredes Gutiérrez	Javier Montoya Martínez
Luis Quiroga Puello	Ricardo Restrepo Arango
Carlos Duque Echeverri	Johans Restrepo Cárdenas
José de la Cruz Sierra Ortega	Cesar Rodríguez Garavito
Ever Ortiz Muñoz	Yaileth Morales Daza
María Gómez de Prieto	Martha Molina Prado
Liliana Tirado Mejía	Álvaro González García
Omar Suarez Tamara	Carlos Pinilla Castellanos
Diego Arias Serna	Guillermo Madroñero Pabón

Arturo Argüelles Parra  
Oscar Neira Bueno  
José Tristanchó Reyes  
Juan Cardona Gómez  
Rafael Cabanzo Hernández  
Luis Javier Cruz Riaño  
Edgar Quiñones Bolaños  
Juan Manuel Vilardy Ortiz  
Ricardo Vega Monroy  
Jorge Gómez López  
Nelson Rangel Buitrago  
Álvaro Pulzara Mora  
Edgar González Jiménez  
German Yamhure Kattah

Pedro Prieto Pulido  
Gilberto Bolaños Pantoja  
Fernando Londoño Badillo  
Alcides Montoya Cañola  
Rodrigo Acuña Herrera  
Juan Botero Cadavid  
Fabio Vega Nieto  
María Plazas De Pinzón  
Luis Agulles Pedrós  
Héctor Castro Serrato  
Daniel Suárez Venegas  
Lorena Vargas Quintero  
Leiner Barba Jiménez  
Oscar Hernández Bustos

## **DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**

Lenin Alberto Núñez Reales  
Maira Alejandra Sánchez Caballero

## **EDITORES**

Cesar Orlando Torres Moreno

## **CARATULA**

Nadia Daniela Rivera Torres  
Santiago Figueroa Manrique

## **FÍSICA Y REALISMO MÁGICO**

ISBN:

Primera edición, 2017

## PRESENTACIÓN

La Red del Sistema Universitario Estatal del Caribe Colombiano SUE – Caribe realiza el XXVII Congreso Nacional de Física, una de las actividades más importantes de la Sociedad Colombiana de Física. Durante el marco del evento contaremos con la participación de distinguidos conferencistas de reconocido prestigio tanto a nivel Internacional como Nacional: **ÁNGELA GUZMÁN** University of Central Florida, Orlando - Center for Research and Education in Optics and Lasers; **FRANCISCO GUINEA** Imdea Nanociencia. Faraday 9. 28049 Madrid. España. School of Physics and Astronomy. University of Manchester. M13 9PY. Reino Unido; **CRISTIANO CORDEIRO** Institute of Physics Gleb Wataghin, University of Campinas – UNICAMP, Brazil; **VINCENZO PALLESCI** Institute of Chemistry of Organometallic Compounds ICCOM; **JESÚS LEONARDO HEIRAS AGUIRRE**, Investigador Titular B del Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la Universidad Autónoma de México; **MIGUEL ÁNGEL ÁVILA RODRÍGUEZ**, Profesor Titular A Facultad de Medicina, Jefe Unidad Radiofarmacia – Ciclotrón de la Universidad Autónoma de México; **JOHANS RESTREPO CÁRDENAS** del Instituto de Física de la Universidad de Antioquia; **CARLOS VARGAS** Universidad Nacional de Colombia, Director de Laboratorio Propiedades Ópticas de Materiales; **MARIA HELENA GOMEZ**, Profesora Titular, Departamento de Física, Directora Centro de Excelencia de Nuevos Materiales CENM de la Universidad del Valle. En esta versión se ha considerado la importancia de la participación de estudiantes universitarios y profesionales en las áreas asociadas a las Ciencias Físicas a nivel nacional e internacional.

Queremos resaltar que el Congreso Nacional de Física como el espacio más representativo de la comunidad de físicos del país, ha ofrecido el apoyo económico a los estudiantes de pregrado y posgrado así como la interacción académica entre estudiantes, profesores, investigadores y profesionales en Ciencias para el avance del conocimiento en temas específicos; facilitando su asistencia para que el mayor número de ellos tenga la oportunidad de presentar sus trabajos, estimular el intercambio académico y la interrelación entre estudiantes y profesores de diferentes instituciones con el fin de consolidar redes de investigadores con intereses comunes que lleven a la optimización de recursos a través de vínculos de cooperación, y ofrecerles a los participantes contacto directo con conferencistas de amplia trayectoria en investigación sobre temas de actualidad en el área de la Física.

**CESAR ORLANDO TORRES MORENO**

Coordinador Académico

XXVII Congreso Nacional de Física

FISICA Y REALISMO MAGICO



## TABLA DE CONTENIDO

<b>Los puentes de einstein-rosen y una posible teoría relativista de la materia.....</b>	<b>1</b>
<b>Observaciones de faculas solares por el observatorio de zurich: una ventana a la evolucion del campo electromagnetico polar durante uno de los ciclos solares mas debiles en 200 años.....</b>	<b>2</b>
<b>Influencia de la distribución de carga eléctrica en una lente por galaxia.....</b>	<b>3</b>
<b>Análisis comparativo de la causalidad en la relatividad general: una reflexión entorno a las soluciones de schwarzschild y kerr relativistas. ....</b>	<b>4</b>
<b>Estudio de geodésicas ecuatoriales en espacio-tiempos conformestáticos con simetría axial. ....</b>	<b>6</b>
<b>Proper motion analysis of be star candidates in the magellanic clouds and the milky way.....</b>	<b>7</b>
<b>Taller acerca de las astronomía medieval .....</b>	<b>8</b>
<b>Aplicación de la expansión de clústers para sistemas de n cuerpos a escalas astronómicas (gas de n planetas, gas de n estrellas).....</b>	<b>10</b>
<b>Espectro de potencia de la excentricidad de la luna .....</b>	<b>11</b>
<b>Cosmografía en teorías de gravedad modificada <math>f(r)</math> ...</b>	<b>12</b>

<b>Linearized field equations in <math>f(r)</math> theory for maximally symmetric spaces .....</b>	<b>13</b>
<b>Un modelo para generar nuevas potenciales gravitacionales de galaxias espirales.....</b>	<b>14</b>
<b>La concepción de gravedad y cómo revolucionó la física. ....</b>	<b>15</b>
<b>Search of variable stars using machine learning techniques.....</b>	<b>16</b>
<b>Propagación de ondas magnetohidrodinámicas en un tubo de flujo magnético.....</b>	<b>17</b>
<b>Magnetogenesis durante inflacion.....</b>	<b>18</b>
<b>Estimación del campo de luz producido por el paso de muones atmosféricos a través de un detector híbrido: centelladores y detector cherenkov de agua.....</b>	<b>19</b>
<b>Formulación electrodinámica de la relatividad especial a partir del primer postulado .....</b>	<b>21</b>
<b>Predicción y análisis de la polarización de una onda gravitacional.....</b>	<b>22</b>
<b>Microesferas vítreas para radioembolización hepática: obtención y cálculos de dosis .....</b>	<b>23</b>
<b>Simulación por computador de un sistema de tomografía bimodal pet-ct para ser utilizado en pequeños y grandes animales .....</b>	<b>25</b>



<b>Mediciones dieléctricas de baja frecuencia para estudiar la transición vítrea y la estabilidad térmica en granos de café variedad castillo arábica .....</b>	<b>26</b>
<b>Distribución de dosis en tejido mamario debido a procedimientos de radioterapia.....</b>	<b>28</b>
<b>10 años de la maestría física médica en la universidad nacional de colombia .....</b>	<b>29</b>
<b>Prueba piloto para la evaluación de ansiedad ante exámenes finales en la universidad tecnológica de pereira mediante la escala de zung y su comparación con la técnica de termografía infrarroja .....</b>	<b>31</b>
<b>Diseño e implementación de un protocolo para el análisis termográfico de la función lagrimal del ojo humano .....</b>	<b>32</b>
<b>Segmentación de tumores sobre imágenes por resonancia magnética en espacios de características usados para el renderizado volumétrico por funciones de transferencia.....</b>	<b>34</b>
<b>Estudio de imágenes mamográficas mediante el uso de fantasmas de trióxido de aluminio.....</b>	<b>35</b>
<b>Estimación de la dosis efectiva en pacientes sometidos a estudios de tomografía computarizada en la fundación valle del lili.....</b>	<b>37</b>

<b>Encapsulamiento de compuesto aislado de calea prunifolia sobre nanofibras electrohiladas de pval-oh para su aplicación en liberación sostenida de fármacos</b> .....	38
<b>Control de calidad en mamografía</b> .....	39
<b>Obtención y caracterización de polvo de hueso extraído de fémur porcino</b> .....	41
<b>Caracterización de equipo de angiografía para estimar dosis efectiva de personal médico en radiología intervencionista</b> .....	42
<b>Diseño, construcción y caracterización de un detector de radiación tipo cámara de ionización</b> .....	43
<b>Nanoparticulas tio2 amorfo: síntesis y capacidad antibacteriana</b> .....	44
<b>Diseño, construcción y caracterización de un simulador antropomorfo craneal para tomografía computarizada</b> .....	45
<b>Microscopía de hoja de luz tipoessel para el estudio de muestras clarificadas</b> .....	47
<b>Caracterización de la actividad interfacial de películas de surfactante pulmonar de origen porcino y bovino en balanzas tipo langmuir</b> .....	48

<b>Determinación de parámetros dosimétricos para haces de electrones de 6, 9, 12 y 16 mev usados en radioterapia .....</b>	<b>49</b>
<b>Procesamiento de imágenes de resonancia magnética para estimación de dosis de radiación .....</b>	<b>51</b>
<b>Caracterización de hueso cortical como material atenuador de rayos x .....</b>	<b>52</b>
<b>Diseño, construcción y caracterización de un phantom para la evaluación de la imagen diagnóstica en tomografía computarizada.....</b>	<b>53</b>
<b>Simulación para la evaluación del comportamiento del campo magnético generado en un equipo de resonancia magnética con campo magético terrestre adecuado con imanes permanentes .....</b>	<b>54</b>
<b>Estudio del comportamiento citotóxico de nanolaminados de [al2o3/zno]n obtenidos por deposito por capa atómica.....</b>	<b>56</b>
<b>Plegamiento anómalo de proteínas precursoras del alzheimer a partir del modelo de transición conformacional cuántica .....</b>	<b>57</b>
<b>Estudio del comportamiento biofísico de películas interfaciales de surfactante pulmonar sometidas a ciclos de compresión expansión. ....</b>	<b>59</b>

<b>Electrodeposicion de hap sobre acero aisi 316l por medio de tecnicas voltamperametricas .....</b>	<b>60</b>
<b>Use of fractals and scaling analysis in the studying of astrocytomas .....</b>	<b>62</b>
<b>Radiobiologia en haces de iones pesados: retos y promesas.....</b>	<b>63</b>
<b>Importancia de la determinación de la dosis absorbida en rayos x: límites de dosis - niveles de referencia diagnóstico.....</b>	<b>64</b>
<b>Determinación de la dosis absorbida en rayos x diagnóstico.....</b>	<b>65</b>
<b>Capacitación en protección radiológica como un mecanismo para disminuir la dosis de radiación en aplicaciones médicas.....</b>	<b>66</b>
<b>Diseño e implementación de un protocolo de control de calidad de la imagen diagnóstica en rayos x convencionales. ....</b>	<b>67</b>
<b>Segmentación de volúmenes cardiacos de resonancia magnética usando la transformada de hermite y un conjunto de nivel con restricción de forma .....</b>	<b>68</b>
<b>Segmentación de imágenes de ultrasonido del corazón fetal usando modelos de formas activas y la transformada de hermite .....</b>	<b>70</b>

<b>Fabricación y caracterización de dispositivos semiconductores a base de grafito oxidado con posible aplicación como biosensor de parámetros sanguíneos .</b>	<b>71</b>
<b>Estabilización de movimiento en secuencia de imágenes ultrasónicas de la anatomía ocular a través de técnicas basadas en información mutua.....</b>	<b>72</b>
<b>Calculo de la dosis absorbida por un fantoma de pmma en radiodiagnostico utilizando el software gate .....</b>	<b>73</b>
<b>Comparación de geometrías sin la técnica cad y con la técnica cad en geant4: estudio de interacción electromagnética.....</b>	<b>75</b>
<b>Study of sensibility for a new gamma-mri compatible detector using monte carlo simulations .....</b>	<b>76</b>
<b>La superconductividad; una experiencia significativa en la enseñanza de temas contemporáneos de la física.....</b>	<b>77</b>
<b>Física y música: análisis del timbre, a partir de la formalización del concepto de armónico en el saxofón</b>	<b>78</b>
<b>Diseño e implementación de un sistema mecánico con aplicación móvil para la enseñanza del fenómeno de difracción.....</b>	<b>80</b>
<b>Relación físico-matemática en la enseñanza de la física ¿obstáculo o herramienta?.....</b>	<b>81</b>
<b>Dinámica del péndulo físico simétrico usando el método del potencial efectivo generalizado.....</b>	<b>82</b>

<b>Estudio de la dinámica del péndulo físico asimétrico...</b>	<b>83</b>
<b>Estudio de la dinámica del péndulo físico simétrico en un campo de fuerza uniforme.....</b>	<b>84</b>
<b>La máquina de vapor: una propuesta para la enseñanza de áreas afines a la termodinámica .....</b>	<b>85</b>
<b>Formalización matemática de las teorías físicas a través de las formas diferenciales herramienta alternativa en la enseñanza de la física.....</b>	<b>87</b>
<b>Estrategia didáctica para enseñar los principios de la acústica a estudiantes con limitaciones auditivas, usando un conversor acusto-óptico .....</b>	<b>89</b>
<b>Estrategia didáctica para la construcción de conceptos de voltaje, corriente y solución de circuitos en estudiantes de ingeniería .....</b>	<b>91</b>
<b>Trabajos prácticos: estrategia para el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, en la mecánica de fluidos. ....</b>	<b>92</b>
<b>La autodidaxia en las ciencias: una proximidad a la comprensión de los fenómenos electrostáticos, a partir de la experiencia .....</b>	<b>93</b>
<b>Realidad aumentada en la enseñanza de la física .....</b>	<b>95</b>
<b>Estudiando el campo eléctrico de un anillo cargado: un análisis desde modelos simples a modelos complejos en cursos de electromagnetismo .....</b>	<b>97</b>

<b>Fundamentación en física-matemática básica para primeros cursos de licenciatura en física o carreras afines soportada en ejercicios de desafío .....</b>	<b>98</b>
<b>Proyecto de autoestudio con medición de variables físicas con instrumentación virtual como estrategia para el aprendizaje de las leyes de los circuitos eléctricos. .</b>	<b>100</b>
<b>Teorema pi, una alternativa para la enseñanza de la física en programas de ingeniería.....</b>	<b>101</b>
<b>Estrategia didáctica para el estudio de la frecuencia de las ondas sonoras emitidas por un instrumento típico de la música vallenata: la guacharaca. ....</b>	<b>102</b>
<b>Diseño, desarrollo y aplicación de una herramienta didáctica interactiva para la enseñanza de la acústica usando como instrumento fundamental el acordeón..</b>	<b>104</b>
<b>Implementación y evaluación de impacto del modelo tpack para el aprendizaje de la cinemática en estudiantes de ingeniería.....</b>	<b>105</b>
<b>Equipo experimental para la ley de hooke .....</b>	<b>106</b>
<b>Aplicación del sistema 4mat apoyado en las simulaciones phet para el desarrollo de competencias científicas empleando como eje de aprendizaje el tema de ondas. ....</b>	<b>108</b>
<b>Fenómenos sísmicos: una explicación a través del concepto de onda mecánica.....</b>	<b>109</b>

<b>Experiencias significativas en la construcción y funcionamiento de una máquina de wimshurst para la enseñanza de la electrostática.....</b>	<b>110</b>
<b>El mundo de lo nano explicado a niños y jóvenes.....</b>	<b>111</b>
<b>Equipo experimental para la ley de snell.....</b>	<b>112</b>
<b>Diseño y construcción de un prototipo para el estudio del fluido en causa de vórtice libre .....</b>	<b>113</b>
<b>Utilización de una estrategia cdi implementada en labview para la enseñanza de la termodinámica .....</b>	<b>115</b>
<b>Prototipo experimental para la enseñanza de la física basado en las leyes de ohm y kirchhoff.....</b>	<b>116</b>
<b>Relatividad especial y transgresión de realidades .....</b>	<b>117</b>
<b>Sobre la relación física - matemática para la enseñanza de la mecánica cuántica: un análisis al formalismo matemático de von neumann.....</b>	<b>119</b>
<b>Determinación de la ganancia en el aprendizaje de la cinemática lineal mediante el uso de métodos gráficos con estudiantes de ingeniería en la universidad de caldas .....</b>	<b>120</b>
<b>Enseñanza de la energía cuantizada en potenciales unidimensionales a través de métodos numéricos .....</b>	<b>122</b>
<b>Motor eléctrico herramienta sustancial para la enseñanza de la física.....</b>	<b>123</b>



<b>La electrodinámica cuántica como paradigma para el modelo estándar electrodébil .....</b>	<b>124</b>
<b>Medición del coeficiente de einstein en una fibra de erbio dopada.....</b>	<b>125</b>
<b>Flipped classroom: una metodología para fortalecer los procesos de enseñanza – aprendizaje de la física .....</b>	<b>127</b>
<b>Conocimiento profesional específico del profesor de física asociado a la noción de movimiento .....</b>	<b>128</b>
<b>La formulación lagrangiana de la óptica geométrica .</b>	<b>129</b>
<b>Diseño y construcción de un túnel de viento .....</b>	<b>131</b>
<b>El fluido cayendo: experiencia que permite poner a prueba el principio de arquímedes.....</b>	<b>132</b>
<b>Cuatro pensamientos en relación al movimiento “análisis histórico crítico” .....</b>	<b>133</b>
<b>Propuesta didáctica para el aprendizaje y enseñanza de la acústica físico-musical: socialización de experiencias. ....</b>	<b>134</b>
<b>Uso de la transformada de fourier fraccional,para la explicacion del principio de huygens en la óptica paraxial.....</b>	<b>136</b>
<b>Especificación explícita de las condiciones geométricas en el método de las imágenes electrostáticas .....</b>	<b>137</b>

<b>Enseñanza de la biofísica y la física médica mediante geogebra .....</b>	<b>138</b>
<b>Competencias investigativas en la educación superior: creación de una herramienta para su medición.....</b>	<b>139</b>
<b>Radiación de cuerpo negro y su relación con la función z de Riemann .....</b>	<b>141</b>
<b>Aprendizaje de los fenómenos ondulatorios por medio de la aplicación de trabajos prácticos de laboratorio y de campo.....</b>	<b>142</b>
<b>Valoración del impacto de un proceso extracurricular bajo el enfoque aula taller en cursos de física mecánica .....</b>	<b>143</b>
<b>Construcción de operadores de creación y aniquilación de estados cuánticos radiales para el átomo hidrogenoide relativista.....</b>	<b>144</b>
<b>Simetría y conservación: conceptos fundantes para secuenciar el contenido de la física general .....</b>	<b>145</b>
<b>Hojas de cálculo en la enseñanza del electromagnetismo .....</b>	<b>146</b>
<b>Guías de onda dieléctrica para la enseñanza del electromagnetismo .....</b>	<b>147</b>
<b>Virtualización del museo interactivo de la ciencia y la creatividad, micc, de la universidad de la Amazonia. .</b>	<b>148</b>

<b>El principio de arquimedes, desarrollo en textos escolares y universitarios y su aplicacion en la escuela .....</b>	<b>149</b>
<b>Modelación de los efectos dinámicos y disipativos de una bola de bandas de caucho en un impacto transitorio.</b>	<b>150</b>
<b>Diseño y construcción, de un láser didáctico de co2 para la enseñanza de la física experimental .....</b>	<b>152</b>
<b>Oscilador armónico amortiguado por fricción seca ...</b>	<b>153</b>
<b>Corrección a la trayectoria de vuelo de un proyectil según un medio viscoso: una aplicación del método científico.....</b>	<b>154</b>
<b>Coherent collective dynamics and entanglement evolution of polar molecules on 1d lattices.....</b>	<b>155</b>
<b>Electronic properties of a molecular system with platinum.....</b>	<b>157</b>
<b>Aplicación de inhibidores de corrosión naturales a partir de la autoclave.....</b>	<b>158</b>
<b>La fotosíntesis: una mirada a nivel molecular .....</b>	<b>159</b>
<b>Quantum and thermodynamic study of linear and t-shaped isomers of the hebr2 complex .....</b>	<b>161</b>
<b>Estudio de procesos de óxido-reducción en residuos metalúrgicos .....</b>	<b>163</b>
<b>Estudio de la bioactividad de la hidroxapatita. ....</b>	<b>164</b>

<b>Distribución de momento y espectro de potencia en cascadas de energía en condensado de bose-einstein fuera de equilibrio .....</b>	<b>166</b>
<b>Medida del ph a través de un instrumento virtual controlado por labview.....</b>	<b>168</b>
<b>Obtención de membranas a partir de óxido de grafeno para la desalinización de agua de producción.....</b>	<b>169</b>
<b>Materiales con conducción iónica y conducción electrónica aplicado en celdas de combustible de hidrógeno de óxido sólido .....</b>	<b>170</b>
<b>Impacto de la fuerza iónica en la acumulación de metales pesados en medios acuosos utilizando sensores dgt .....</b>	<b>173</b>
<b>Estudio preliminar de las propiedades estructurales del hielo cúbico.....</b>	<b>174</b>
<b>Estudio de las propiedades electrónicas de sistemas moleculares derivados de la rodanina .....</b>	<b>175</b>
<b>Propiedades estructurales del tio2 en fase anastasa ...</b>	<b>177</b>
<b>Comportamiento de compensación e histéresis de un nanohilo ferrimagnético core-shell con espín -5/2 y espín -3/2: simulación monte carlo.....</b>	<b>178</b>
<b>Implementación computacional para modelado de espectros de energía en sistemas con bicapas de grafeno .....</b>	<b>180</b>

<b>Simulaciones tipo monte carlo para solucionar el modelo de ising 2d.....</b>	<b>181</b>
<b>Algoritmo de wang-landau para la determinación de la densidad de estados en modelos discretos de espines. ....</b>	<b>182</b>
<b>Magnetic textures with rkky interaction: a monte carlo appoximation.....</b>	<b>184</b>
<b>Cálculo de los elementos matriciales de coulomb para portadores de carga confinados en potenciales armónicos .....</b>	<b>185</b>
<b>Técnicas de integración montecarlo multidimensionales .....</b>	<b>186</b>
<b>Magnetic analysis of the competition surface anisotropy vs dipolar interaction in thin film. A monte carlo approach.....</b>	<b>187</b>
<b>Calculo de blindajes para el almacenamiento fijo de fuentes de 241am – 9be usadas en inspección petrolífera. ....</b>	<b>189</b>
<b>Diseño de blindajes estructurales para el transporte de fuentes de 241am – 9be .....</b>	<b>190</b>
<b>Física de la minería de datos.....</b>	<b>191</b>
<b>Magnetization switching process in a torus nanoring with easy-plane surface anisotropy .....</b>	<b>192</b>

<b>Estudio del efecto magnetocalórico en el compuesto ndmno3 mediante el método de monte carlo.....</b>	<b>194</b>
<b>Modelado estructural del grafeno con ángulos de rotación.....</b>	<b>195</b>
<b>Implementación de técnicas de reconstrucción volumétrica para el estudio de densidades en volúmenes 4d.....</b>	<b>196</b>
<b>Introducción física matemática del método del elemento finito (mef).....</b>	<b>197</b>
<b>Monte carlo study on the effect of a magnetic field on an ferro-ferrimagnetic system. ....</b>	<b>198</b>
<b>Diagramas de fase de estados base para un sistema ferro-ferrimagnético.....</b>	<b>199</b>
<b>Análisis numérico de solitones usando la ecuación kdv por el método de diferencias finitas .....</b>	<b>200</b>
<b>Estudio monte carlo de la convergencia del campo coercitivo en sistemas nano-estructurados.....</b>	<b>201</b>
<b>Static and molecular dynamic study of the excited state intramolecular proton transfer of salicylidene-1-naphthylamine derivatives.....</b>	<b>203</b>
<b>Estudio de la inestabilidad haz de electrones-plasma empleando el método particle-in-cell.....</b>	<b>204</b>

<b>Relación entre el índice de gini y la entropía en los modelos cinéticos de distribución de ingreso con propensión al ahorro fijo. ....</b>	<b>205</b>
<b>Funcionamiento de una red neuronal .....</b>	<b>206</b>
<b>Monte carlo dynamic phase transition study of a magnetic two-dimensional kinetic ising model.....</b>	<b>207</b>
<b>Implementation details of an integration scheme to solve the llg equation.....</b>	<b>209</b>
<b>Characterization of magnetic states in single-wall zig-zag ferromagnetic nanotubes with dipolar interactions .....</b>	<b>210</b>
<b>Design, synthesis and photophysics of polyaromatic compounds as models for light-harvesting applications. An experimental and computational study .....</b>	<b>211</b>
<b>Monte carlo simulations of heisenberg kagome thin films of <math>112-irmn_3</math>.....</b>	<b>212</b>
<b>Wireless passive lc resonator temperature sensor demonstrator .....</b>	<b>213</b>
<b>Modelamiento molecular para el análisis del comportamiento físico-químico de moléculas que interactúan en acero al titanio y acero inoxidable .....</b>	<b>214</b>
<b>Figuras de chladni: solución con elementos finitos contrastada en el laboratorio .....</b>	<b>216</b>

<b>Condensación de bose einstein en redes de coautoría.</b>	<b>216</b>
<b>Simulación de detector de radiación triple gem con garfield++.</b>	<b>218</b>
<b>Desarrollo de software por medio de labview para la generación y adquisición de datos en instrumentos de un reactor</b>	<b>219</b>
<b>Caracterización de la dinámica utilizando gráficos de bond graph de un simulador de fuerzas de bicicleta para aplicaciones de rehabilitación de pacientes con limitaciones físicas.</b>	<b>220</b>
<b>Modelos coloidales de la formación de islas en el crecimiento de monocapas: efectos de las interacciones anisotrópicas</b>	<b>222</b>
<b>Modelamiento de fluidos inmiscibles a partir del método de lattice boltzmann</b>	<b>223</b>
<b>El aporte de las simulaciones basadas en agentes a la discusión del papel de la econofísica en la economía.</b>	<b>224</b>
<b>Estudio de un fluido tipo leonard-jones mediante simulación monte carlo</b>	<b>225</b>
<b>Estudio teórico-computacional de la interacción entre la luz y el sonido en estructuras de cristal foxónico</b>	<b>226</b>
<b>Estudio de la estructura electrónica del amino y dimetilamino-benzonitrila en diferentes medios solventes</b>	<b>227</b>



<b>Método de lattice-boltzmann en coordenadas curvilineas para el estudiio de ondas mecanicas al interior de la cóclea.....</b>	<b>228</b>
<b>Un modelo de lattice-boltzmann para la ecuación advección-difusión en coordenadas generalizadas.....</b>	<b>230</b>
<b>Avances en la descripción del tráfico vehicular utilizando ideas de la mecánica estadística.....</b>	<b>232</b>
<b>Algunos métodos de simulación para estudiar sistemas físicos.....</b>	<b>233</b>
<b>The method angular spectrum for fresnel diffraction in term of fourier fractional transform from title in circular aperture : theory and simulations .....</b>	<b>234</b>
<b>Electronic and magnetic properties of ni-doped alas: a first-principles dft study.....</b>	<b>235</b>
<b>Estudio computacional del particionamiento de s en aleaciones de fes a condiciones de presion y temperatura del nucleo terrestre .....</b>	<b>236</b>
<b>Estudio de propiedades estructurales de fe y fes a condiciones del núcleo interno terrestre.....</b>	<b>238</b>
<b>Dispositivo para reconocimiento de naipes y su aplicación como juego de mesa para personas con discapacidad visual.....</b>	<b>239</b>
<b>Reconocimiento de patrones aplicado a la identificación de billetes colombianos utilizando matlab.....</b>	<b>240</b>

<b>Estabilidad estructural y propiedades electrónicas de la interface zrn/grafeno .....</b>	<b>241</b>
<b>Estudio teórico de las fases cristalinas del nb-n: estabilidad de fase, propiedades electrónicas y mecánicas .....</b>	<b>242</b>
<b>Cálculo numérico de la concentración electrónica asociada al wakefield, generado por microondas, en el plasma al interior de una guía de onda rectangular... ..</b>	<b>243</b>
<b>A first principle study on electronic and mechanical properties of 2d iii-arsenide systems .....</b>	<b>244</b>
<b>Spin compensation temperatures of a ferrimagnetic system .....</b>	<b>246</b>
<b>Estudio experimental y simulación de la dinámica de electrones de emisión secundaria en una cámara de descargas pulsadas de alto voltaje y bajas presiones.. ..</b>	<b>247</b>
<b>Simulación dft (density functional theory) y cpmd (car parrinello molecular dynamics) de formación de canales de conducción en tio2 /tio(2-x) en dispositivos memristivos. ....</b>	<b>248</b>
<b>Solución numérica de la ecuación de laplace para el potencial escalar magnético en la obtención de un perfil de campo consistente en el modelo sara.....</b>	<b>249</b>
<b>Estudio teórico de la estabilidad estructural y propiedades electrónicas del nbo bajo la influencia de la</b>	

<b>presión y la temperatura usando la suite quantum espresso.....</b>	<b>251</b>
<b>Estudio computacional de inestabilidades ballooning en un plasma para fusión termonuclear en un tokamak esférico .....</b>	<b>252</b>
<b>Estudio computacional de la aceleración autoresonante de electrones en campos magnéticos homogéneos y variables en el tiempo (gyrac).....</b>	<b>253</b>
<b>Estudio numérico de la dinámica de partículas cargadas en una trampa magnética mínimo-b modificada mediante bobina central.....</b>	<b>255</b>
<b>A novel equalizer for mimo-ofdm systems based on the fractional fourier transform .....</b>	<b>256</b>
<b>Cinemática directa mediante el algoritmo de denavit-hartenberg para su aplicación en la simulación de un sistema mecánico subactuado en el entorno simmechanics .....</b>	<b>257</b>
<b>Potencia estocástica en reactores nucleares .....</b>	<b>258</b>
<b>Un nuevo método integral para la reactividad en un reactor nuclear.....</b>	<b>259</b>
<b>Modelamiento de los efectos electrostáticos en el proceso de adsorción de metales pesados en dispositivos dgt ..</b>	<b>260</b>

<b>Simulación y optimización de un sistema de buses de tránsito rápido (bus rapid transit, brt) usando autómatas celulares .....</b>	<b>262</b>
<b>Interfaz gráfica para el análisis de las fuerzas de captura en una pinza óptica usando la aproximación de rayleigh para un haz de captura “do-nut” .....</b>	<b>263</b>
<b>Estudio microscópico de la conductividad iónica del pbf2 por medio de dinámica molecular .....</b>	<b>264</b>
<b>Trayectoria de partículas cargadas en la magnetosfera terrestre: un acercamiento a los cinturones de van allen .....</b>	<b>266</b>
<b>Simulación computacional del separador de fragmentos (frs) para iones de sn a energías relativistas.....</b>	<b>267</b>
<b>Cálculo determinístico de la reactividad en reactores nucleares.....</b>	<b>268</b>
<b>Aplicación del gravitational search algorithm (gsa) en imágenes, para la detección de puntos calientes en si monocristalino, empleado en celdas solares. ....</b>	<b>269</b>
<b>La importancia de la sustitución posicional del grupo nitro en las propiedades ópticas de absorción en los isómeros derivados mono-sustituídos de la cumarina 1,2 benzopirona en fase gaseosa .....</b>	<b>271</b>
<b>Caracterización de los comportamientos dinámicos de un oscilador válvula de espín a temperatura finita ....</b>	<b>272</b>

<b>Información mutua y transferencia de información entre series financieras de logretornos de precio y de volumen .....</b>	<b>273</b>
<b>Entanglement in the wigner-weyl representation .....</b>	<b>274</b>
<b>Aproximación teórica de la curva de histéresis en elementos memristivos, memcapacitivos y meminductivos. ....</b>	<b>275</b>
<b>Existencia y estabilidad de una solución única para la ecuación no lineal de schrödinger. ....</b>	<b>276</b>
<b>Solución y estabilidad de ondas solitarias de la ecuación no lineal de dirac.....</b>	<b>277</b>
<b>Órbitas inestables ante condiciones iniciales y ciclos límites sobre convertidores dc-dc .....</b>	<b>278</b>
<b>Dinámica orbital para un potencial axialsimetrico generalizado de hénon-heiles .....</b>	<b>279</b>
<b>Análisis numérico de una partícula en un vórtice de rankine.....</b>	<b>280</b>
<b>Bombracas: transporte no lineal en híbridos hamiltonianos entre matracas y bombas .....</b>	<b>281</b>
<b>Análisis de isospín para decaimientos del <math>b^+</math> y <math>b^0</math> a tres piones mediante estados resonantes .....</b>	<b>283</b>
<b>The higgs boson masses of the mssm at three-loop accuracy.....</b>	<b>284</b>

<b>Límites soft para amplitudes de qcd en la formulación chy .....</b>	<b>285</b>
<b>Cálculo de cascada intranuclear como primera etapa en el proceso de fisión nuclear inducida por fotones reales en un rango de energía entre 80 y 600 mev. ....</b>	<b>286</b>
<b>Searching for new heavy neutral gauge bosons using vector boson fusion processes at the large hadron collider .....</b>	<b>287</b>
<b>Identificando hadrones cargados en el lhcb .....</b>	<b>288</b>
<b>Trazas fantasma en el experimento lhcb .....</b>	<b>289</b>
<b>Violación cp - teoría y experimentos.....</b>	<b>290</b>
<b>Unraveling electromagnetic effects for inert extensions of the standard model.....</b>	<b>291</b>
<b>Construcción de un modelo gauge a partir de la cancelación de anomalías quirales .....</b>	<b>292</b>
<b>Efectos cinemáticos en un gas de piones interactuantes en el límite de gran n. ....</b>	<b>293</b>
<b>Potenciales termodinámicos para un gas de piones en el límite de gran n .....</b>	<b>294</b>
<b>Espectroscopía de bariones encantados estados finales dp y d+p en el experimento lhcb .....</b>	<b>295</b>
<b>Estudios de producción de squarks top usando jets de radiación de estado inicial.....</b>	<b>296</b>

<b>Electrodinámica cuántica de campos fuertes en átomos y en colisiones de iones pesados .....</b>	<b>297</b>
<b>Fases y ángulos de mezcla en matrices unitarias .....</b>	<b>299</b>
<b>Reconstrucción experimental de la reacción cuasi-libre <math>\gamma n \rightarrow k^+ \sigma^-</math> .....</b>	<b>300</b>
<b>Jerarquía de masas de fermiones a partir de una extensión no universal abeliana del modelo estándar</b>	<b>301</b>
<b>Estudio del potencial de higgs de extensión abeliana del modelo estándar de partículas .....</b>	<b>303</b>
<b>Cálculo de la probabilidad de fotofisión de núcleos pesados en un rango de energías desde 100 mev hasta el umbral de producción de tres piones. ....</b>	<b>304</b>
<b>Diseño de un pre-amplificador para un detector rpc .</b>	<b>305</b>
<b>Sistema de trigger del experimento lhcb .....</b>	<b>306</b>
<b>Análisis de los neutrinos masivos .....</b>	<b>307</b>
<b>Descripción de un diferente tipo de sistema electromagnético dependiendo de la dimensión espacial del oscilador de dirac.....</b>	<b>308</b>
<b>Cinco ceros de textura de tipo no fritzsch para las matrices de masa de los quarks en el modelo estándar .....</b>	<b>309</b>
<b>Estabilidad del potencial escalar en el modelo económico 3-3-1 .....</b>	<b>310</b>

<b>Correcciones cuánticas a un loop sobre el potencial de newton.....</b>	<b>311</b>
<b>Estudio de la sección eficaz diferencial elástica en colisiones protòn(antiprotòn)-protòn basada en un modelo quark-diquak con elasticidad del pomeròn ...</b>	<b>312</b>
<b>Estado ligado pión-proton .....</b>	<b>313</b>
<b>Decaimiento del meson d neutro en dos pseudoescalares, <math>d^0 \rightarrow pp</math> .....</b>	<b>314</b>
<b>Implementación de las ecuaciones de boltzmann para leptogénesis.....</b>	<b>315</b>
<b>Teorías gauge a partir de nuevas estructuras algebraicas .....</b>	<b>316</b>
<b>Construcción de hamiltonianos efectivos para procesos de decaimiento con cambio de sabor.....</b>	<b>317</b>
<b>Reconstrucción de la reacción <math>\gamma d \rightarrow k^+ + \lambda(n)</math> a partir de datos experimentales .....</b>	<b>318</b>
<b>Análisis de la dinámica de los bosones goldstone vía campos de killing e invarianza brst.....</b>	<b>319</b>
<b>Evaluación del lagrangiano de supergravedad bajo el formalismo superconforme .....</b>	<b>320</b>
<b>Términos de rompimiento suave de supersimetría independiente del esquema .....</b>	<b>321</b>
<b>Lhc constraints on 3-3-1 models.....</b>	<b>322</b>



<b>Minimal non-universal electroweak extensions of the standard model: a chiral multiparameter solution.....</b>	<b>323</b>
<b>Flipped versions of the universal 3-3-1 and the left-right symmetric models in <math>[\text{su}(3)]^3</math>: a comprehensive approach.....</b>	<b>324</b>
<b>Determinación de los parámetros cinéticos tl en matrices de alúmina sinterizadas bajo diferentes condiciones de calcinación .....</b>	<b>325</b>
<b>Influencia del cerio en los parámetros cinéticos de la curva de brillo termoluminiscente (tl) de matrices de alúmina .....</b>	<b>327</b>
<b>Perspectivas de la investigación científica en física forense.....</b>	<b>328</b>
<b>Análisis de la transmitancia en un metamaterial de geometría cuadrada: una aplicación a la fabricación de sensores.....</b>	<b>330</b>
<b>Modelamiento de la transmitancia en un metamaterial de geometría hexagonal: una aplicación a sensores de presión .....</b>	<b>332</b>
<b>Simulación de rayos cósmicos sobre monserrate.....</b>	<b>333</b>
<b>Identificación de superficies por medio de la radiación solar reflejada, calculada utilizando imágenes de satélite.....</b>	<b>334</b>

<b>Estudio de propiedades estructurales, morfológicas y químicas de multicapas de tin y craln con posibles aplicaciones industriales depositadas por medio de magnetron sputtering dc.....</b>	<b>336</b>
<b>Efectos de tratamientos electroquímicos en la brotación de estacas de manihot esculenta crantz aplicados en presiembra en una localidad del bajo sinú.....</b>	<b>337</b>
<b>Desarrollo de un algoritmo teórico para la estimación de la radiación solar global para una atmósfera despejada .....</b>	<b>338</b>
<b>Contribución al estudio de la influencia del contenido de vapor de agua atmosférico sobre la precipitación para una atmósfera tropical. ....</b>	<b>340</b>
<b>Caracterización arqueométrica de materiales pertenecientes a una tumba prehispánica del valle del aburrá.....</b>	<b>341</b>
<b>Metasuperficies para filtrado angular .....</b>	<b>342</b>
<b>Generalización de los sistemas eléctricos de corriente directa y alterna mediante los tensores de potencia compleja e instantánea.....</b>	<b>343</b>
<b>Diseño y simulación de robot móvil con sistema de suspensión rocker-bogie.....</b>	<b>344</b>
<b>Filtros en guías de ondas ultracortos basados en resonadores de ranura sublambda.....</b>	<b>346</b>

<b>Metasuperficies para la reducción de la reflectancia de microondas entre dos medios dieléctricos con alto contraste .....</b>	<b>347</b>
<b>Diseño de una metodología para la prospección arqueológica mediante el uso del perfilador electromagnético .....</b>	<b>348</b>
<b>Análisis de eventos extremos del clima .....</b>	<b>349</b>
<b>Evaluación de las características climatológicas, valores extremos y balances superficiales de agua y energía mediante diversos conjuntos de datos. Parte i: cuenca vertiente del amazonas colombiano .....</b>	<b>351</b>
<b>Evaluación de las características climatológicas, valores extremos y balances superficiales de agua y energía mediante diversos conjuntos de datos. Parte ii: cuenca vertiente del catatumbo colombiano .....</b>	<b>352</b>
<b>Propiedades multifractales de series temporales geofísicas .....</b>	<b>353</b>
<b>Estudio de propiedades estructurales, tribológicas y químicas de multicapas de wc/wcn sintetizadas por medio de magnetron sputtering rf .....</b>	<b>355</b>
<b>Caracterización de láminas con gradientes magnéticos utilizadas para estimulación magnética en procesos de compostaje .....</b>	<b>356</b>

<b>Caracterización espacial de la densidad de flujo magnético en bobinas de rodin operando en dc.....</b>	<b>358</b>
<b>Análisis del efecto del tratamiento magnético estático homogéneo y no homogéneo de semillas de tomate (solanum lycopersicum l.) Para optimizar la germinación.....</b>	<b>359</b>
<b>Mecanismos de acción física para atenuación de la radiación ultravioleta en productos de protección solar humana .....</b>	<b>361</b>
<b>Clasificación morfológica e hidrodinámica de las playas del caribe colombiano.....</b>	<b>362</b>
<b>Comparación de metodologías de reducción de escala de reanálisis de oleaje.....</b>	<b>363</b>
<b>Estudio térmico, eléctrico y morfológico de membranas nanoestructuradas basadas en polivinil alcohol (pva), quitosan (cs), ácido hipofosforoso h<sub>3</sub>po<sub>2</sub> y óxido de niobio nb<sub>2</sub>o<sub>5</sub>.....</b>	<b>365</b>
<b>Un diagrama de fase para analizar la evolución de emisiones acústicas y electromagnéticas generadas durante procesos de fractura en rocas.....</b>	<b>366</b>
<b>Cálculo de pérdida de energía de muones que interactúan con diferentes tipos de roca: aplicación al volcán cerro machín para el proyecto mute, en el rango de energía de 1-10000 gev. ....</b>	<b>367</b>

<b>Sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias como parte de la estrategia de mitigación al cambio climático .....</b>	<b>369</b>
<b>La física aplicada a los análisis de materiales arqueológicos: el caso del arte rupestre colombiano ..</b>	<b>371</b>
<b>Modelado y simulación del campo electromagnético en la región caribe producida por la acción de las tormentas eléctricas.....</b>	<b>372</b>
<b>Monitoreo de la calidad de lomos de bovino almacenados en empaques inteligentes .....</b>	<b>373</b>
<b>Implementación experimental de un dispositivo automatizado dip- coating por sol/gel para el depósito de películas delgadas .....</b>	<b>375</b>
<b>Impacto de factores instrumentales en la resolución de imágenes en microscopios electrónicos de barrido .....</b>	<b>376</b>
<b>Verificación y certificación de niveles de intensidad de cem-ni en ambientes domésticos.....</b>	<b>378</b>
<b>Desarrollo de un método para la determinación de densidad en muestras de arena con retrodispersión gamma como parte del estudio de las propiedades suelos para la detección de aei (artefactos explosivos improvisados) .....</b>	<b>380</b>
<b>Prototipo simulador de señales eléctricas para el monitoreo de electroencefalógrafos.....</b>	<b>381</b>

<b>Diseño de seguidor solar para adquisición de datos de radiación.....</b>	<b>383</b>
<b>Diseño y construcción de un dispositivo que controla remotamente un dispositivo eléctrico con las señales eléctricas detectadas en músculos .....</b>	<b>384</b>
<b>Implementación de un sistema de medición automatizado de velocidad de viento, presión atmosférica y temperatura.....</b>	<b>385</b>
<b>Desarrollo de una metodología para la implementación de la instrumentación virtual en las practicas de laboratorio, la docencia y la investigación.....</b>	<b>386</b>
<b>Protipo cnc para diseño y construcción de pcb´s util para laboratorios de física aplicada .....</b>	<b>387</b>
<b>Pfal instrumentation and configuration using led artificial lighting .....</b>	<b>389</b>
<b>Configuración de un reflectómetro angular.....</b>	<b>390</b>
<b>Interferometría ramsey con estados entrelazados .....</b>	<b>392</b>
<b>Medición del momento de inercia de objetos reales en un experimento de plano inclinado .....</b>	<b>393</b>
<b>Medición de niveles de intensidad de cem-ni en ambientes clinico- hospitalarios .....</b>	<b>395</b>

<b>Análisis espectral y del comportamiento de la radiación solar presente en invernaderos de climas tropicales cálidos .....</b>	<b>396</b>
<b>Reducción de la influencia de las distorsiones geométricas en un sistema de reconstrucción 3d por proyección de franjas a partir de un modelo de calibración polinomial.....</b>	<b>397</b>
<b>Diseño de un sistema de monitoreo remoto para detección y seguimiento de particulados y biomasa en la baja atmósfera y en superficies de cultivo .....</b>	<b>399</b>
<b>Construcción e instrumentación de un sistema de depósito químico de vapor asistido por aerosol (cvdaa) .....</b>	<b>400</b>
<b>Estimación de la incertidumbre e intervalo de confianza para el campo magnético generado por un electroimán .....</b>	<b>402</b>
<b>Estudio experimental de la reducción de ruido (nr) en varios materiales de uso común en distintas frecuencias .....</b>	<b>403</b>
<b>Sensor de fibra óptica para la enseñanza de la teoría del color en estudiantes invidentes .....</b>	<b>405</b>
<b>Diseño y construcción de un telescopio de muones para estudio de estructuras geofísicas en colombia .....</b>	<b>406</b>

<b>Calibración óptica de un monocromador dk-480 para uso optimizado en estudios de espectros de emisión...</b>	<b>407</b>
<b>Caracterización del espectro de temperaturas de una celda de efecto peltier en un medio líquido .....</b>	<b>409</b>
<b>Optimización de un detector tgem para medición de trazas de muones cósmicos y rayos-x.....</b>	<b>410</b>
<b>Diseño y construcción de una sonda para medida de impedancia eléctrica enfriada por celdas de efecto peltier .....</b>	<b>411</b>
<b>Clasificación de objetos por contorno.....</b>	<b>412</b>
<b>Desarrollo e implementación de un prototipo experimental para comprobar la ley de biot-savart (alambre recto infinito) .....</b>	<b>414</b>
<b>Procesamiento de imágenes para tomografía tem .....</b>	<b>415</b>
<b>Caracterización de paneles solares de baja potencia por medio del framework root .....</b>	<b>416</b>
<b>Método de bobina simple para evaluar núcleos magnéticos usados en magnetómetros fluxgate .....</b>	<b>417</b>
<b>Identificación de sangre en manchas y fluidos por los métodos de thevenon roland y verde de leucomalaquita como pruebas presuntivas a partir del tratamiento digital de imágenes .....</b>	<b>418</b>



<b>Construcción de un modulo de calorimetría modulada aplicable a transiciones de fase de solidos deformables .....</b>	<b>420</b>
<b>Fotogrametría de rango muy cercano para la evaluación metrológica de elementos quirúrgicos en procesos de control de calidad.....</b>	<b>421</b>
<b>Control de calidad de espesores en la fabricación de láminas delgadas con detector gas electron multiplier (gem) .....</b>	<b>422</b>
<b>Estudio experimental de la magnetizacion superficial de cintas magneticas fe73.5-xcrxcu1nb3si13.5b9 .....</b>	<b>423</b>
<b>Diseño y construcción de una maquina con control numérico computacional de tres ejes .....</b>	<b>425</b>
<b>Implementación de un sistema de termometría infrarroja para la medición del calor específico en sólidos.....</b>	<b>426</b>
<b>Diseño y construcción de un medidor de longitud de onda.....</b>	<b>427</b>
<b>Current sensor based on optical fiber .....</b>	<b>428</b>
<b>Diseño y construcción de un generador eléctrico de baja velocidad con deslastre automático de carga .....</b>	<b>429</b>
<b>Diseño y construcción, de un láser de co2 con una potencia de 60 w .....</b>	<b>430</b>

<b>Modificación de horno microondas convencional para realizar síntesis química asistida por microondas con suministro continuo de potencia.....</b>	<b>431</b>
<b>Electrical conductivity relaxation in a polymer nanocomposite based on poly (vinyl alcohol) (pva)/chitosan (cs)/ch<sub>2</sub>ch(co<sub>2</sub>na)/tio<sub>2</sub>.....</b>	<b>433</b>
<b>Extensión del formalismo de bogoliubov-de genes para el rastreo de fermiones de majorana libres en gases fermionicos ultrafríos .....</b>	<b>434</b>
<b>Estudio comparativo de las propiedades mecánicas y ópticas de pinturas comerciales de alta temperatura depositadas sobre sustratos metálicos con aplicaciones en calentadores solares.....</b>	<b>436</b>
<b>Theoretical phase diagram for normal-to-superionic phase transitions .....</b>	<b>437</b>
<b>Caracterización eléctrica del sistema co 3 o 4 + pvoh con aplicación de un campo magnético constante h, mediante el uso de la técnica de espectroscopia de impedancia compleja (is) en altas temperaturas .....</b>	<b>438</b>
<b>Electrodeposición de películas magnéticas conife sobre electrodos de hopg .....</b>	<b>439</b>
<b>Caracterización eléctrica del sistema co<sub>3</sub>o<sub>4</sub> + pvoh mediante el uso de la técnica de espectroscopia de impedancia compleja (is) en altas temperaturas. ....</b>	<b>441</b>

<b>Estudio cinético de la oxidación a altas temperaturas de <math>\text{TiO}_2</math> sobre la superficie de láminas de titanio en atmósfera de aire</b> .....	442
<b>Transiciones ópticas en el rango de terahertz en un pozo cuántico escalonado</b> .....	443
<b>Generación de segundo y tercer armónico en pozos cuánticos con potencial de morse</b> .....	444
<b>Absorción óptica intersubbanda en semiconductores unidimensionales de <math>\text{GaInAs}</math></b> .....	446
<b>Fotodetector de 233 meV con pozos cuánticos triples delta dopados</b> .....	447
<b>Berry phase: a tool to study quantum phase transitions</b> .....	448
<b>Propiedades termoeléctricas en cerámicas del tipo <math>\text{Ca}_3\text{CoSb}_2\text{O}_{14}</math> dopadas con gadolinio</b> .....	449
<b>Optimización de la corriente crítica en muestras volumétricas del superconductor <math>\text{YBCO}</math></b> .....	450
<b>Aproximación semiclásica al problema de tunelamiento resonante en redes ópticas unidimensionales</b> .....	451
<b>Caracterización de la manganita <math>\text{Pr}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{MnO}_3</math> en bloque</b> .....	453

<b>Estudio de las propiedades eléctricas en dc del carbón activado obtenido del precursor guadua angustifolia kunth.....</b>	<b>454</b>
<b>Análisis de propiedades morfológicas y ópticas de capas orgánicas transportadoras de electrones.....</b>	<b>455</b>
<b>Estudio del entrelazamiento cuántico y dinámica efectiva para redes ópticas anulares .....</b>	<b>457</b>
<b>Síntesis y caracterización de películas de grafito oxidado obtenidas a partir de ácidos piroleñosos de bambú....</b>	<b>458</b>
<b>Resonadores fabry-perot extremadamente delgados basados en dieléctricos artificiales de alta permitividad .....</b>	<b>459</b>
<b>Modelo semi-analítico para apilamiento periódico 1d de metasuperficies .....</b>	<b>461</b>
<b>Plasma artificial en microondas compuesto de cintas metálicas con forma de zigzag .....</b>	<b>462</b>
<b>Síntesis y caracterización de ferritas de lantano dopadas con cerio.....</b>	<b>463</b>
<b>Producción de películas delgadas de grafeno por ablación laser .....</b>	<b>464</b>
<b>Efecto del campo magnetico sobre dos electrones en nanocapas.....</b>	<b>465</b>

<b>Co<sub>2</sub> dissociation on tio<sub>2</sub> anatase (001) activated by oxygen vacancies in aqueous medium.....</b>	<b>467</b>
<b>Dependencia geometrica, composicional y de medio externo en la respuesta óptica de nanopartículas metálicas .....</b>	<b>468</b>
<b>Strain induced weiss oscillations in graphene with a modulated height profile .....</b>	<b>470</b>
<b>Island formation on one-dimensional colloidal substrates.....</b>	<b>471</b>
<b>Medidas magnéticas de un monocristal usando el efecto kerr magneto-óptico longitudinal.....</b>	<b>472</b>
<b>Distribución de tamaño de islas con agregación obstaculizada .....</b>	<b>473</b>
<b>Sinterización y caracterización de blancos de hidroxiapatita (hap) a partir de material orgánico ....</b>	<b>474</b>
<b>Estudio comparativo del almidón proveniente de papa criolla y papa blanca cultivadas en colombia.....</b>	<b>475</b>
<b>Degradación térmica y obtención de micro-partículas de sílice.....</b>	<b>477</b>
<b>Estudio ab – inicio de la estructuras reticular y electrónica de los sistemas mg y mgo .....</b>	<b>478</b>
<b>Numerical implementation of a mach-zhender interferometer for bose-einsten condensates.....</b>	<b>479</b>

<b>Síntesis y caracterización de las propiedades estructurales y magnéticas del nuevo material la_2fecoo_6 .....</b>	<b>480</b>
<b>Estudio de la respuesta óptica de silicio poroso mediante la técnica de fotoluminiscencia .....</b>	<b>482</b>
<b>Comportamiento ferromagnético a temperatura ambiente en el material tipo perovskita <math>\text{Nd}_2\text{SrMn}_2\text{TiO}_9</math> debido a la sustitución de <math>\text{Fe}^{+3}</math> en el sitio b de la estructura cristalina. ....</b>	<b>483</b>
<b>Impedancia eléctrica en el sistema <math>(1-x)\text{PbF}_2+x\text{C}</math> .....</b>	<b>485</b>
<b>Crecimiento de películas delgadas multicapa de ni-fe-co con capas intermedias de cu por la técnica de sputtering .....</b>	<b>486</b>
<b>Estudio del campo crítico alto <math>h_{c2}</math> y longitud de penetración <math>\lambda(t)</math> en superconductores de dos bandas. ....</b>	<b>488</b>
<b>Estudio del efecto de conmutación resistiva en películas delgadas de <math>\text{HfO}_2</math>.....</b>	<b>489</b>
<b>Comportamiento magnético y efectos magnetocalóricos y hall en aleaciones de heusler de <math>\text{Mn}_{50}\text{Ni}_{41-x}\text{Fe}_x\text{Sn}_9</math>. ....</b>	<b>490</b>
<b>Fuerza que actúa sobre un superconductor tipo ii moviéndose en un campo magnetostático.....</b>	<b>492</b>
<b>Caracterización de espumas de aluminio, recubiertas con <math>\text{ZrTiN}</math> mediante la técnica magnetron sputtering. ....</b>	<b>493</b>

<b>Quantum simulation of submonolayer growth .....</b>	<b>494</b>
<b>Antiresonant quantum transport in time periodic driven molecular nanojunctions .....</b>	<b>495</b>
<b>Estudio del movimiento de las paredes de dominio en hilos magnéticos biestables basados en cobalto.....</b>	<b>496</b>
<b>Estudio estructural y óptico de la incorporación de nanopartículas de tio<sub>2</sub> a polvo de hueso porcino y a hidroxiapatita.....</b>	<b>497</b>
<b>Magnetocaloric effect in la<sub>1/3</sub>ca<sub>2/3</sub>mn<sub>1-x</sub>feo<sub>3</sub> (x = 0, 0.03) thin films.....</b>	<b>499</b>
<b>Exponentes críticos estáticos, interacciones magnéticas y fenómenos de magneto-transporte en cintas de aleaciones magnéticas basadas en fecr, feco, y mnnifesn .....</b>	<b>501</b>
<b>Caracterización óptica de (e)-n-(3-(tert-butil)-1-(3-nitrofenil)-1h-pirazol-5-il)-1-(2-nitrofenil)metanimina (1) y (e)-n-(3-(tert-butil)-1-(3-nitrofenil)-1h-pirazol-5-il)-1-(4-nitrofenil)metanimina (2) y sus complejos coordinados a un centro de pd.....</b>	<b>502</b>
<b>Estudio de las propiedades magnéticas y estructurales de las aleaciones de hierro-aluminio preparadas por medio de un molino magnético. ....</b>	<b>504</b>
<b>Estudio del efecto de la inclusión de iones en el almidón de papa.....</b>	<b>505</b>

<b>Síntesis y caracterización individual de la respuesta ferroeléctrica en nanopartículas de bifeo3 .....</b>	<b>507</b>
<b>Estructura de bandas electrónicas de bicapas formando patrones de moiré .....</b>	<b>508</b>
<b>Efecto hall e interaccion spin-orbita en vidrios metalicos fe 73.5-x crxcu1nbsi13.5b9 en la ruta de la percolacion .....</b>	<b>509</b>
<b>Implementación de técnica de deposición glad (glancing angle deposition) en sistema magnetrón sputtering para el crecimiento de nano estructuras.....</b>	<b>511</b>
<b>Un tratamiento cuántico al problema anisotropico diamagnético de kepler encontrado en un cristal de silicio con baja concentración de impurezas de fósforo. ....</b>	<b>512</b>
<b>Conmutación resistiva y ferroeléctrica en películas delgadas de bifeo3.....</b>	<b>513</b>
<b>Síntesis y caracterización de nanopartículas de tio2 ..</b>	<b>514</b>
<b>Caracterización del proceso de cristalización en películas delgadas del semiconductor orgánico dpvbi</b>	<b>515</b>
<b>Fabricación y estudio de capas delgadas de dpvbi con propiedades emisoras en el visible .....</b>	<b>517</b>
<b>Influencia de la temperatura de crecimiento en el comportamiento corrosivo de películas delgadas de tizrn .....</b>	<b>518</b>



<b>Estudio de la dependencia angular del fenómeno de magneto resistencia en <math>v_2O_3/n_i</math> .....</b>	<b>520</b>
<b>Análisis de soldadura en placas de polipropileno unidas mediante fricción-agitación para bancos de troquelado .....</b>	<b>521</b>
<b>Efecto de la inserción de Fe en el compuesto <math>ni_{2-x}fexmng_x</math> (with <math>x=0.25, 0.5, 0.75</math> and <math>1.0</math>) en sus propiedades térmicas.....</b>	<b>522</b>
<b>Estructura electrónica de puntos cuánticos con diferentes perfiles de altura .....</b>	<b>523</b>
<b>Interferencia cuántica en estados excitónicos en anillos cuánticos con defectos estructurales .....</b>	<b>525</b>
<b>Electronic and transport properties of graphene and phosphorene .....</b>	<b>526</b>
<b>Caracterización de películas delgadas de GaAs y GaIn obtenidas por magnetron sputtering.....</b>	<b>528</b>
<b>Implementación de una fuente conmutada para uso en la técnica de oxidación electrolítica con plasma.....</b>	<b>529</b>
<b>Caracterización estructural y óptica de películas delgadas orgánicas obtenidas a partir de complejos de iridio.....</b>	<b>530</b>
<b>Estudio de las propiedades magnéticas y estructurales de aleaciones de <math>nd_{2}fe_{14}b</math> y <math>fe_{96.5}si_{3.5}</math> producidas por aleamiento mecánico con surfactante. ....</b>	<b>531</b>

<b>Estudio de la deposición de ir en una superficie de tio<sub>2</sub> por medio de cálculos ab-initio.....</b>	<b>533</b>
<b>Estudio de propiedades electrónicas de la calcopirita cuin(1-x)alxte<sub>2</sub> .....</b>	<b>535</b>
<b>Caracterización magnética e hiperfina de la transformación térmica cuo /fe<sub>2</sub>o<sub>3</sub> a fe<sub>3</sub>o<sub>4</sub> .....</b>	<b>536</b>
<b>Influencia de la segregación en las propiedades ópticas de pozos cuánticos semiconductores .....</b>	<b>537</b>
<b>Efecto de la humedad relativa en electrolitos sólidos poliméricos peo/cf<sub>3</sub>cooli .....</b>	<b>539</b>
<b>Efecto de nanopartículas de tio<sub>2</sub> en la conductividad de membranas poliméricas (peo)<sub>4</sub>cf<sub>3</sub>cooli .....</b>	<b>540</b>
<b>Estudio de los cambios estructurales, microestructurales y térmicos mediante caracterización del latón kunial sometido a tratamiento térmico a diferentes temperaturas.....</b>	<b>541</b>
<b>Recubrimientos de tio<sub>2</sub> dopado con cromo sobre acero inoxidable aisi 304 depositados por la técnica sol-gel por el método inmersión .....</b>	<b>543</b>
<b>Effect of morphology on spectral properties of n-type inas/gaas quantum dots.....</b>	<b>545</b>
<b>Charge distribution induced by shallow donor in elongated quantum dot.....</b>	<b>546</b>

<b>Magnetolectric effect in concentric quantum rings induced by shallow donor .....</b>	<b>547</b>
<b>Estudio con dinámica molecular del comportamiento iónico del agi alrededor de su transición de fase <math>\beta</math>-<math>\alpha</math> ..</b>	<b>548</b>
<b>Producción y caracterización de materiales magnéticamente blandos y duros a partir de nano partículas magnéticas producidas por pulverización catódica .....</b>	<b>549</b>
<b>Adsorción de oxígeno sobre la superficie grafeno/(0001) gan .....</b>	<b>551</b>
<b>Recubrimientos en forma de bicapas de vn/tin, producidos por magnetron sputtering d.c .....</b>	<b>552</b>
<b>Caracterización eléctrica y morfológica de andamios construidos por electrosponning con base de pva iónicamente modificado para aplicación en ingeniería de tejido de piel .....</b>	<b>553</b>
<b>Optimización de la estructura electrónica de moléculas artificiales para qubits híbridos .....</b>	<b>554</b>
<b>Síntesis y caracterización de manganitas <math>La_{1-x}(Ca,Sr)_xMnO_3</math>, producidas el método hidrotermal .....</b>	<b>556</b>
<b>Síntesis y estudio dieléctrico en función de la humedad relativa para nanofibras electrohiladas de pval-oh ....</b>	<b>557</b>
<b>Diagrama de fases de nano-partículas magnéticas con simetría cilíndrico – elíptica .....</b>	<b>559</b>

<b>Fabricación y caracterización morfológica, estructural, óptica y eléctrica de un compuesto basado en poli vinil-alcohol y reforzado con nanoplaquetas de grafito oxidado reducido .....</b>	<b>560</b>
<b>Estudio de hexaferrita m srfel2-xcoco19 por microscopía electrónica.....</b>	<b>562</b>
<b>Análisis de espectros de raman, ftir y uv-vis en plaquetas de grafito oxidado obtenidas de guadua angustifolia kunth.....</b>	<b>563</b>
<b>Plasmones superficiales en grafeno.....</b>	<b>564</b>
<b>Sintonización por medio de campo magnético de la relajación excitónica en moléculas artificiales .....</b>	<b>566</b>
<b>Obtención y caracterización de nano-silice a partir de la cascarilla de arroz.....</b>	<b>567</b>
<b>Encapsulación de insulina ultra rápida en nanofibras electrohiladas de pval-oh .....</b>	<b>568</b>
<b>Nanoplaquetas de grafito oxidado: síntesis, propiedades y posibles aplicaciones en electrónica .....</b>	<b>570</b>
<b>Síntesis y caracterización físico-química de sistemas nanoestructurados tipo “core@shell” zro2-ce(ln)ox con aplicaciones potenciales en catálisis .....</b>	<b>572</b>
<b>Interaction of molecules with graphene. A dft study.</b>	<b>576</b>

<b>Efecto de la temperatura y la concentración sobre el comportamiento magnético, morfológico y estructural de nanopartículas de ferritas de níquel-zinc .....</b>	<b>577</b>
<b>Síntesis de nanopartículas de plata utilizando bacterias como agente reductor para aplicaciones en tratamientos de aguas .....</b>	<b>579</b>
<b>Caracterización de nanopartículas de <math>\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}</math> con fesi .....</b>	<b>580</b>
<b>Efecto del tratamiento térmico sobre la morfología, propiedades ópticas y estructurales de una bicapa de in/cuse crecida mediante magnetron sputtering r.f. ...</b>	<b>582</b>
<b>Cálculo de propiedades electrónicas de nanotubos de carbono usando la teoría del funcional de la densidad. ....</b>	<b>583</b>
<b>Control magnético en nanopartículas de <math>\text{BiFeO}_3</math> .....</b>	<b>585</b>
<b>Caracterización térmica de nanoestructuras basadas en <math>\text{Fe}_{50}\text{Co}_{50}</math> y <math>\text{Fe}_{65}\text{Co}_{35}</math> .....</b>	<b>586</b>
<b>Síntesis verde de nanopartículas de <math>\text{TiO}_2</math> mediante cáscaras de mandarina (<i>Citrus reticulata</i>) .....</b>	<b>588</b>
<b>Bottom-up chalcogenide nanocomposites with enhanced thermoelectric performance .....</b>	<b>589</b>
<b>Síntesis y caracterización de nanotubos de <math>\text{TiO}_2</math> .....</b>	<b>591</b>

<b>Estudio de las propiedades de transporte de n-p heterojunturas del sistema zn-dopado co(mn)o/ymno3.</b>	<b>592</b>
<b>Producción y caracterización de nanopartículas de almidón de papa.....</b>	<b>594</b>
<b>Preparación de películas delgadas de mos2 exfoliado en fase líquida .....</b>	<b>595</b>
<b>Notable figura de mérito termoeléctrica en dispositivos de capas basados en grafeno .....</b>	<b>597</b>
<b>Producción de nanoemulsiones de pectina y omega ...</b>	<b>598</b>
<b>Mejoramiento de la conductividad eléctrica en películas transparentes hechas con nanohilos metálicos.....</b>	<b>599</b>
<b>Estudio de las propiedades estructurales, morfológicas y eléctricas de películas delgadas de ceo2 dopadas con nd depositadas por pulverización catódica asistida por radiofrecuencia y magnetron.....</b>	<b>601</b>
<b>Espectro energético de un excitón confinado en un nanocono. Efecto aharonov-bohm .....</b>	<b>602</b>
<b>Polarizabilidad eléctrica y magnética de nanoconos de cds/znse con un excitón confinado.....</b>	<b>604</b>
<b>Comportamiento de la conductividad térmica de nanofluidos de tio2, medida con la técnica de alambre caliente, en función del tamaño de partícula.....</b>	<b>605</b>

<b>Producción y caracterización de nanopartículas de <math>\text{nd2fe14b}</math> y <math>\text{fe10al90}</math> producidas por aleamiento mecánico</b> .....	606
<b>Detección fotónica de bajo nivel con sensores ccd termo-refrigerados</b> .....	607
<b>Sistema óptico para la medición de la tensión superficial de soluciones precursoras de nanofibras</b> .....	609
<b>Análisis espectral de foto-impedancia para nanomateriales biocompatibles</b> .....	610
<b>Efectos del acoplamiento sistema-baño y la temperatura en el transporte electrónico en un complejo molecular donador-aceptor interactuando con un baño térmico.</b> .....	611
<b>Limpieza nanométrica de superficies nanoestructuradas mediante plasma</b> .....	613
<b>Análisis fotónico de viscosidad de soluciones precursoras de nanofibras</b> .....	614
<b>Implementation of a low cost computing gaze tracking for disabled people</b> .....	615
<b>Síntesis de hidroxiapatita por combustión de <math>\text{caco3}</math> obtenida a partir de cáscara de huevo</b> .....	616
<b>Síntesis de nano partículas de plata a través de reducción química</b> .....	618

<b>Síntesis masiva de nanoalambres de zno por metodos físicos: asistido por microondas .....</b>	<b>619</b>
<b>Sistemas de cifrado y descifrado de imágenes usando la transformada gyator y máscaras de fase aleatorias generadas mediante caos.....</b>	<b>620</b>
<b>Arquitecturas no lineales basadas en el correlador de transformadas conjuntas para el cifrado, descifrado y autenticación de imágenes .....</b>	<b>622</b>
<b>Sistemas no lineal cifrador de imagen basado en la transformada de fourier fraccionaria y operaciones de truncamiento.....</b>	<b>623</b>
<b>Implementación optoelectrónica de un sistema de cifrado de imágenes .....</b>	<b>625</b>
<b>Dependencia espectral de la modulación magnética de plasmones superficiales en sistemas multicapa au co au .....</b>	<b>627</b>
<b>Pressure, temperature and thickness dependence of transmittance in a 1d superconductor-semiconductor photonic crystal.....</b>	<b>629</b>
<b>Localización de anderson en redes ópticas unidimensionales: control dinámico y efectos de interacción entre partículas .....</b>	<b>630</b>
<b>Plasmones superficiales en sistemas multicapas de oro-dióxido de silicio.....</b>	<b>631</b>



<b>Análisis teórico de la sensibilidad de un microresonador en forma capilar para la medida de la humedad relativa.</b> .....	633
<b>Tomografía cuántica de qubits espaciales de luz con mediciones en un único plano.</b> .....	635
<b>Caracterización de cervezas mediante espectroscopia de fluorescencia</b> .....	636
<b>Convertidores de polarización de lineal a circular basados en metasuperficies autocomplementarias tipo zigzag</b> .....	637
<b>Monitor de parámetros de un panel fotovoltaico usando arduino.</b> .....	639
<b>Caracterización y puesta a punto del equipo de medición del efecto kerr electro – óptico usando ángulos de brewster</b> .....	640
<b>Modos electromagnéticos en estructuras multicapas</b> .	641
<b>Determinación del plano de mejor enfoque en microscopía holográfica digital en transmisión</b> .....	643
<b>One dimensional dielectric-graphene-metal system under oblique incidence.</b> .....	644
<b>Coherencia de la luz para un sistema de microcavidad-molécula artificial a través de interferometría</b> .....	646

<b>Coherencia temporal de primer orden para un sistema de microcavidad-punto cuántico .....</b>	<b>647</b>
<b>Estudio comparativo de viabilidad de germinación de semillas de palma de aceite en dos estados de desarrollo: diferenciada y de punto blanco utilizando técnicas de speckle dinámico .....</b>	<b>648</b>
<b>Ultrafast excited state intramolecular proton transfer and photochromism of 1- and 2-salicylideneanthrylamine. A combined experimental and dft-td-dft study .....</b>	<b>649</b>
<b>Nonlinear optical properties and photophysical investigation of acridine-1,8-dione derivatives. An experimental and quantum mechanical study .....</b>	<b>650</b>
<b>Photophysical and nonlinear optical properties of phenylacrylate derivatives studied by femtosecond z-scan in solution and dft/tddft methodologies .....</b>	<b>652</b>
<b>An experimental and quantum mechanical study of the nonlinear optical and photophysical properties of oligophenylenevinylenes derivatives .....</b>	<b>653</b>
<b>Comparison between reflection and transmission acquisition mode on poly methyl- methacrylate by using time resolved infrared spectroscopy .....</b>	<b>655</b>
<b>Crecimiento y caracterización de una multicapa de (yba<sub>2</sub>cu<sub>3</sub>o<sub>7</sub> / batio<sub>3</sub>)<sub>n</sub> para su aplicación como cristal fotonico .....</b>	<b>656</b>

<b>Robustez de estados cuánticos en un sistema de microcavidad-molécula artificial bajo la asistencia de fonones inducidos por la cavidad .....</b>	<b>658</b>
<b>Citometría de eritrocitos de aves por medio de microscopía holográfica digital fuera del eje .....</b>	<b>659</b>
<b>Estudio de dinámicas de sistemas cuánticos abiertos usando fotones.....</b>	<b>660</b>
<b>Toward entangled virtual state spectroscopy with intense photon twin-beams .....</b>	<b>662</b>
<b>Metasuperficies transparentes para el control del estado de polarización .....</b>	<b>663</b>
<b>Imágenes termo-electrónicas de p-si en mono capas y bi-capas.....</b>	<b>665</b>
<b>Vórtices ópticos en sistemas periódicos no lineales: red de lieb.....</b>	<b>666</b>
<b>Medición de la posición de una superficie mediante la visibilidad de un patrón de interferencia.....</b>	<b>668</b>
<b>Cálculo de las constantes ópticas de algunos materiales a par-tir de medidas de elipsometría espectral .....</b>	<b>669</b>
<b>Pureza espacial y espectral de fotones anunciados producidos por conversión paramétrica espontánea descendente .....</b>	<b>670</b>

<b>Metasuperficies transparentes para deformar el frente de onda.....</b>	<b>671</b>
<b>Medios zurdos de banda de frecuencia ancha basados en cintas metálicas escalonadas periódicas .....</b>	<b>672</b>
<b>Measurement of the entangled two-photon absorption cross section in organic molecules .....</b>	<b>674</b>
<b>Restricciones teóricas para los coeficientes de transmisión y reflexión de metasuperficies delgadas .</b>	<b>675</b>
<b>Estudio comparativo de la de dinámica cuántica de un sistema de dos qubits-cavidad con (sin) interacción fonónica .....</b>	<b>676</b>
<b>Transparencia electromagnética inducida por mecanismos fononicos en un sistema microcavidad-punto cuántico.....</b>	<b>677</b>
<b>Caracterización óptica de hojas de guadua angustifolia kunth en diferentes estados de senescencia .....</b>	<b>678</b>
<b>Sensibilidad al entorno dieléctrico de las propiedades plasmónicas del oro .....</b>	<b>680</b>
<b>Modelamiento del desorden en sistemas fotónicos naturales.....</b>	<b>681</b>
<b>La función de green electromagnética para aislantes topológicos.....</b>	<b>683</b>

<b>Medición de la eficiencia de anunciamento y la pureza de una fuente de fotones individuales anunciados.....</b>	<b>684</b>
<b>Estudio de auto-imagenes con rejilla unidimensional de gran densidad.....</b>	<b>685</b>
<b>3d reconstruction with texture of coleoptera using structured light. ....</b>	<b>686</b>
<b>Medición del efecto hong-ou-mandel en una fuente de fotones enredados .....</b>	<b>687</b>
<b>Estudio de los tensores de polarizabilidad para resonadores planos en el infrarrojo .....</b>	<b>688</b>
<b>Procesamiento digital de imágenes del microscopio de campo de luz y método para mejorar la resolución axial de este.....</b>	<b>690</b>
<b>Dinámica átomo-campo en cavidades qed disipativas, aproximación adiabática, límite semiclásico y mas allá. ....</b>	<b>691</b>
<b>Revisión del principio de babinet en plasmónica.....</b>	<b>692</b>
<b>Modos plasmónicos en sistemas multicapas .....</b>	<b>694</b>
<b>Dependencia con la temperatura de los modos localizados en un cristal fotónico dieléctrico unidimensional.....</b>	<b>696</b>

<b>Calculo de la estructura de bandas en un cristal fotónico unidimensional con el índice de refracción dependiente de la temperatura .....</b>	<b>697</b>
<b>Difracción de vórtices ópticos por una abertura angular .....</b>	<b>698</b>
<b>Prototipo electrónico para el adelgazamiento de fibras ópticas taper .....</b>	<b>699</b>
<b>Scattering of electromagnetic waves by a semi-infinite doped topological insulator in the presence of surface roughness.....</b>	<b>700</b>
<b>Caracterización óptica de aminoácidos en sistemas biológicos .....</b>	<b>701</b>
<b>Representación espacio-fase de interferencia y difracción.....</b>	<b>702</b>
<b>Evaluación del efecto de la temperatura y del ph en las propiedades morfológicas, estructurales y ópticas de películas de sulfuro de indio preparadas por deposición de baño químico (cbd) .....</b>	<b>703</b>
<b>Efecto de una película delgada de metamaterial sobre el modo localizado en un cristal fotónico dieléctrico simétrico de fibonacci.....</b>	<b>704</b>
<b>Generation of high dimensional quantum key by coherence modulation at the photon-counting level ...</b>	<b>705</b>

<b>Estudio estructural de carbonizados de carbón colombiano por espectroscopía infrarroja y raman ...</b>	<b>706</b>
<b>Construcción de modelos estadísticos para la predicción de propiedades fisicoquímicas de muestras de carbón mineral colombiano utilizando espectroscopía fotoacústica infrarroja por transformada de fourier (ftir-pas) y regresión de mínimos cuadrados parcial..</b>	<b>708</b>
<b>Características de los fotodetectores en argon liquido</b>	<b>709</b>
<b>Puntos cuánticos semiconductores en fibras ópticas ..</b>	<b>710</b>
<b>Correlaciones multipartitas y complejidad .....</b>	<b>711</b>
<b>Estudio de speckle con pupila de doble apertura circular .....</b>	<b>711</b>
<b>Estudio de los modos de vibración raman de un cristal de zno .....</b>	<b>712</b>
<b>Implementación de un espectrómetro óptico para análisis por espectroscopia remota.....</b>	<b>713</b>
<b>Caracterización de la turbulencia al interior de un dispositivo con variaciones controladas de temperatura, utilizando franjas de young .....</b>	<b>715</b>
<b>Producción y caracterización de acero inoxidable austenítico 304 enriquecido con mo .....</b>	<b>716</b>
<b>Dinámica de aerosoles en el área urbana de santiago de cali: aplicaciones lidar elástico .....</b>	<b>717</b>

<b>Caracterización de un filtro acusto-óptico de teo2.....</b>	<b>718</b>
<b>Implementación de sistema embebido de adquisición de franjas para el estudio de la turbulencia atmosférica</b>	<b>720</b>
<b>Diseño de hardware electrónico para la medición de variables físicas de interés en la turbulencia atmosférica .....</b>	<b>721</b>
<b>Caracterización de tejido de mama por propiedades ópticas a través de espectroscopia raman.....</b>	<b>722</b>
<b>Raman spectroscopy characterization of pork spleen dna interacting with silver nanoparticles .....</b>	<b>724</b>
<b>Espectroscopía doas aplicada en estudios volcánicos y atmosféricos en colombia .....</b>	<b>725</b>
<b>Sers spectroscopy studies of genomic dna in interaction with gold and silver nanoparticles through localized plasmon.....</b>	<b>727</b>
<b>Raman spectroscopy characterization of dna interacting with zno nanoparticles .....</b>	<b>728</b>

FISICA Y REALISMO MAGICO





## LOS PUENTES DE EINSTEIN-ROSEN Y UNA POSIBLE TEORÍA RELATIVISTA DE LA MATERIA

*Leonardo Castañeda Colorado - Universidad Nacional de Colombia*

*Carlos Andrés Blanco Piñeros - Universidad Nacional de Colombia*

El presente trabajo consiste en una revisión de la investigación realizada en 1935 por Albert Einstein y Nathan Rosen; quienes publicaron un artículo titulado "The Particle Problem in the General Theory of Relativity". En éste los autores plantean la posibilidad de construir una teoría que describa las partículas atómicas usando únicamente las variables de la teoría de la Relatividad General y del electromagnetismo de Maxwell. Esto se consigue al modificar las ecuaciones de campo de Einstein utilizando densidades tensoriales —a cambio del tensor de Ricci usual—, permitiendo así eliminar las divergencias que aparecen en éste cuando el determinante de la métrica es igual a cero. Posteriormente estos razonamientos son aplicados a la métrica de Schwarzschild tal que al realizar una extensión analítica adecuada, se obtiene una métrica espacio-temporal libre de singularidades y correspondiente a dos hojas congruentes unidas por un puente de Einstein-Rosen; también conocido como agujero de gusano. Ésta solución es interpretada por Einstein y Rosen como una partícula masiva sin carga eléctrica (neutrón o neutrino) para la cual las hojas congruentes representan ambas el mismo espacio físico en el que la partícula existe. Éste mismo procedimiento es aplicado a la métrica de Reissner–Nordström, permitiendo postular la existencia de partículas cargadas eléctricamente y sin masa representadas por

un puente de Einstein-Rosen, como en el caso anterior. Adicional a la revisión del artículo de 1935, se hace una discusión sobre los observadores uniformemente acelerados en el marco de la Relatividad Especial, su relación con el principio de equivalencia, las cartas coordenadas para su descripción y el tiempo propio medido por tales observadores; esto debido a que en el artículo de Einstein y Rosen, se comienza motivando las ideas que se exponen posteriormente haciendo referencia a dichos observadores.

cablancop@unal.edu.co

**Palabras claves:** agujero de gusano, relatividad general, teoría de atómica de la materia, puente de Einstein-Rosen.

AG91P

## **OBSERVACIONES DE FACULAS SOLARES POR EL OBSERVATORIO DE ZURICH: UNA VENTANA A LA EVOLUCION DEL CAMPO ELECTROMAGNETICO POLAR DURANTE UNO DE LOS CICLOS SOLARES MAS DEBILES EN 200 AÑOS**

*Juan Pablo Vargas Acosta - Universidad Nacional de Colombia*

*Andrés Muñoz Jaramillo - SouthWest Research Institute*

*Santiago Vargas Domínguez - Universidad Nacional de Colombia*

*Lief Svalgaard - Stanford University*

Se cree que los campos magnéticos polares solares son una manifestación superficial del campo a gran escala que actúa como semilla para cada ciclo solar. Debido a esto, han recibido mucha atención reciente como la mejor aproximación para la predicción del ciclo solar. Los campos magnéticos polares se han medido

sistemáticamente desde los años setenta y los recuentos faculares (que están directamente correlacionados con la intensidad del campo polar) se han utilizado para inferir la evolución de los campos polares desde 1906. Sin embargo, este período no cubre los mínimos solares De los ciclos 12 y 13 que precedieron a los ciclos más débiles de los últimos 200 años. Estos ciclos son de gran interés debido a su similitud con el ciclo solar 24, que fue precedido por el mínimo más profundo observado hasta ahora durante la era espacial. Aquí presentamos los resultados de un proyecto para contar faculas usando observaciones recientemente digitalizadas y liberadas tomadas por el Observatorio de Zurich (1887 a 1937). Estas observaciones tienen el potencial de extender nuestro proxy para los campos polares más atrás en este período de gran interés y nos ayudan a probar la validez de nuestra comprensión.

jupvargasac@unal.edu.co

**Palabras claves:** campos magnéticos polares solares,ciclo solar,recuentos faculares,evolución.

AG980

## INFLUENCIA DE LA DISTRIBUCIÓN DE CARGA ELÉCTRICA EN UNALENTE POR GALAXIA

*Jarvin javier mestra paez - universidad de córdoba*  
*Ubaldo enrique molina redondo - universidad del atlántico*

Se estudia la influencia de la distribución de carga y masa en una galaxia sobre el fenómeno de lente gravitacional. Se usan las aproximaciones de campo débil y de lente delgado a un espacio

tiempo de Reissner-Nordström con aproximación hasta segundo orden en los parámetros de carga y masa. Extendiéndose a un continuo las expresiones para el potencial y ángulo de deflexión debido al efecto de la carga y de la masa por separado, para ello, se usa expansión en polinomios de Legendre encontrando expresiones en forma de una serie infinita y convergente debido a contribuciones de la región interior y exterior de la galaxia respecto al parámetro de impacto.

jarmest@hotmail.com

**Palabras claves:** lentes gravitacionales, lentes por galaxias, potencial de deflexion, angulo de deflexion.

AG212P

## **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAUSALIDAD EN LA RELATIVIDAD GENERAL: UNA REFLEXIÓN ENTORNO A LAS SOLUCIONES DE SCHWARZSCHILD Y KERR RELATIVISTAS.**

*Luis Esteban Hernández Crisancho - Universidad Pedagógica Nacional.*

La noción de causalidad, es uno de los conceptos que ha sido ampliamente estudiado, investigado y debatido por múltiples filósofos, físicos y matemáticos destacados desde la antigüedad, con el objetivo de lograr demostrar uno de los principios fundamentales que permite explicar el hecho de buscar relaciones entre las cosas, específicamente entre las acciones y sus consecuencias. Desde el contexto de la física particularmente, dicho concepto constituye un referente teórico indispensable en la

explicación de los diversos fenómenos naturales, por tal razón es que este merece ser estudiado y analizado a manera de reflexión en el presente trabajo de investigación. En ese orden de ideas, el presente trabajo tiene como objetivo fundamental realizar un análisis comparativo, acerca del concepto de causalidad desde el contexto de la Teoría General de la Relatividad, considerando la configuración del espacio/tiempo como un concepto indispensable en el comportamiento de la causalidad. En primera instancia, se realizará una reflexión en torno a cómo se concibe el comportamiento de la estructura causal en la Relatividad General. Posteriormente, se abordarán las soluciones exactas de las ecuaciones de campo de Einstein, la solución de Schwarzschild y de Kerr, en donde se realizará la caracterización de cada solución y la explicación de su estructura causal. Finalmente, se realizará por medio de un cuadro comparativo un análisis acerca de los modelos de causalidad previamente mencionados, en aras de construir las respectivas conclusiones del documento.

esteban0496@gmail.com

**Palabras claves:** causalidad, espacio/tiempo, teoría general de la relatividad, solución de schwarzschild, solución de kerr.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DE GEODÉSICAS ECUATORIALES EN ESPACIO-TIEMPOS CONFORMESTÁTICOS CON SIMETRÍA AXIAL.

*Luis Carlos Jaimes Supelano - Universidad Industrial de Santander*

*Guillermo A González - Universidad Industrial de Santander*

En este trabajo se presenta un estudio de las geodésicas ecuatoriales en espacio-tiempos conformestáticos con simetría axial. Para ello, se resuelven las ecuaciones de las geodésicas ecuatoriales, considerando geodésicas temporales y nulas correspondientes a partículas masivas y partículas de masa cero. Posteriormente, se hace un análisis gráfico del potencial efectivo para el plano ecuatorial y se determinan las posibles trayectorias de la partícula. Finalmente se concluye que las coordenadas cilíndricas permiten una mejor comprensión de la solución de Weyl y una manera poderosa de interpretar el potencial efectivo caracterizado completamente por el conjunto de constantes físicas del movimiento y su forma altamente estable bajo la variación de estos parámetros.

[luis.jaimes4@correo.uis.edu.co](mailto:luis.jaimes4@correo.uis.edu.co)

**Palabras claves:** relatividad general; geodésicas; espaciotiempos conformestáticos; simetría axial.

## PROPER MOTION ANALYSIS OF BE STAR CANDIDATES IN THE MAGELLANIC CLOUDS AND THE MILKY WAY

*Beatriz Sabogal - Universidad de los Andes*

*Alejandro García - Universidad de los Andes*

*Katherine Vieira - Centro de Investigaciones de Astronomía*

Be stars are non-supergiant B stars that show Ha emission lines in their spectra, and present irregular spectroscopic and photometric variability. This variability allows to select Be star candidates from large databases using their light curves and color criteria. This method has been used in clusters and in our neighbour galaxies, the Magellanic Clouds. However, contaminant objects in the final sample such as stars that do not belong to the clusters or to the galaxies should be removed. In this work we present the results of a proper motion analysis of a sample of Be star candidates towards the Magellanic Clouds. We identified two separate populations, one in the Galactic foreground and other in the Magellanic background. We explain here the method used to this study, based on color-color and vector-point diagrams. In particular, for the Large Magellanic Cloud, we found two kinematic populations related also by colors, the bluer sample is consistent with being in that galaxy and the redder one with belonging to the Milky Way disk. This redder sample had been described in previous publications as a possible unknown subclass of Be stars, but it is clear now that this is not the case. We confirm that in the selection of Be stars by their variability, although generally successful, there

is a higher risk of contamination by Milky Way objects towards redder B–V and V–I colors.

bsabogal@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** proper motions, be stars, magellanic clouds.

AG322P

## TALLER ACERCA DE LAS ASTRONOMÍA MEDIEVAL

*Andres Camilo Vasquez Blanco - Universidad Pedagógica Nacional*

*Paula Alejandra Bernal Sanchez - Universidad Pedagógica Nacional*

*Geraline Lugo Acero - Universidad Pedagógica Nacional -*

El estudio de las estrellas siempre ha sido de gran relevancia en todas las culturas, la observación de los cuerpos celestes con rigurosidad se realiza desde hace ya mucho tiempo y tratar de modelar ese movimiento también ha requerido de mucho tiempo y existen muchos modelos que se destacan algunos de ellos se destacan por su importancia en la sociedad, ya que hasta la invención del avión la navegación en barco era fundamental para el desarrollo de los países, es por eso que la astronomía tuvo que evolucionar dado que era de gran importancia mejorar su precisión. Partiendo de esto consideramos necesario que realicen actividades en el aula que presenten al estudiante una descripción del contexto histórico de la astronomía, en especial de los procesos de observación del cielo y la identificación de los movimientos planetarios y desde allí describir su avance pasando por grandes exponentes de la astronomía, desde Nicolás Copérnico hasta Johannes Kepler y sus nombradas Leyes la cuales describimos y



mostramos de una forma entendible para los asistentes, todo esto con el fin de que los presentes tengan un acercamiento a la astronomía desde la parte histórica la cual permite una mejor comprensión a todo el contexto hasta la muestra de la correspondencia algebraica y geométrica de dichas leyes, este trabajo se pretende desarrollar con el grupo de astronomía general una electiva que está disponible para todas las diferentes licenciaturas de la universidad pedagógica nacional, es por eso que las actividades que se desarrollan están diseñadas para que una población sin muchos conocimientos previos pueda desarrollarlas.

pabernals@upn.edu.co

**Palabras claves:** astronomia, leyes de kepler, orbitas, elipses.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## APLICACIÓN DE LA EXPANSIÓN DE CLÚSTERS PARA SISTEMAS DE $N$ CUERPOS A ESCALAS ASTRONÓMICAS (GAS DE $N$ PLANETAS, GAS DE $N$ ESTRELLAS)

*Sebastián Gómez López - Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Sede Manizales, Manizales, Colombia.*

*Manuel clavijo ceballos - Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Sede Manizales, Manizales, Colombia.*

En este trabajo se realiza un desarrollo teórico, basado en la teoría de gases reales sobre sistemas conformados por  $N$  cuerpos ; en este caso se considera que dichos cuerpos serán planetas y estrellas, interactuando entre sí, por lo cual dicha interacción se toma únicamente como gravitacional. La teoría de gases reales permite tener en cuenta la naturaleza de la interacción entre cúmulos de cuerpos, y atribuirles ciertas características, como lo pueden ser su respectiva masa, velocidad y geometría, (se asume simetría esférica para el desarrollo matemático) las cuales son de vital importancia a la hora de plantear la integrales  $6N$  dimensionales en el espacio de fases, necesarias para modelar desde el punto de vista de la mecánica estadística (haciendo uso del ensemble canónico) estos sistemas de  $N$  cuerpos moviéndose en las 3 dimensiones espaciales, sujetos a una interacción en principio entre pares de estrellas y planetas (interacciones con primeros vecinos) dejando abierta la investigación de estos para el caso en que se tengan en cuenta interacciones de orden superior.

**Palabras claves:** ensemble canónico, n-cuerpos , estrellas y planetas , pares.

AG3610

## ESPECTRO DE POTENCIA DE LA EXCENTRICIDAD DE LA LUNA

*Gustavo Calderón - Universidad Distrital*  
*Jorge García-Farieta - Universidad Nacional*  
*Edwin Munévar Espitia - Universidad Distrital -*

Una observable importante en la descripción del movimiento de la Luna es la excentricidad de su órbita alrededor de la Tierra; en general esta cantidad no es constante y presenta fluctuaciones apreciables debido a los efectos gravitacionales producidos por cuerpos cercanos como el Sol y algunos planetas. En este trabajo se presenta el cálculo de la excentricidad de la Luna en función del tiempo a través de cantidades conservadas como el vector de Laplace-Runge-Lenz (LRL), y se determina la dinámica lunar usando un método numérico iterativo de N-cuerpos. Los resultados en el dominio de frecuencia muestran que la variación en la excentricidad cambia la distancia del perihelio de la Luna y que el espectro de potencia presenta resonancias regulares que dependen fuertemente de los parámetros orbitales.

joegarciafa@unal.edu.co

**Palabras claves:** mecánica celeste, excentricidad orbital, espectro de potencia, órbita lunar, modelación n-cuerpos.

## COSMOGRAFÍA EN TEORÍAS DE GRAVEDAD MODIFICADA $f(R)$

*Marlon Zamahir Rivera Amezcuita - Universidad Nacional de Colombia, Observatorio Astronómico Nacional, Grupo de Gravitación y Cosmología*

Las teorías de gravedad modificada han despertado gran atención en la última década ya que ofrecen una alternativa interesante para tratar el problema de la expansión acelerada del universo, una de estas formulaciones son las denominadas teorías de gravedad modificada  $f(R)$  que son una generalización de la acción de Einstein-Hilbert. En este trabajo se estudiara el problema de las distancias cosmológicas en teorías de gravedad  $f(R)$  que son de gran importancia ya que nos permite comprobar los modelos bajo observaciones, para ello se supondrá un universo homogéneo e isotrópico descrito por la métrica de Robertson-Walker y se encontrara la expresión de la ecuación de desvío geodésico (EDG) en estas teorías ya que esta nos permite tratar el problema de las distancias cosmológicas de manera muy general.

mzriveraa@unal.edu.co

**Palabras claves:** cosmografía, gravedad, ecuación de desvío geodesico, distancias cosmológicas.

## LINEARIZED FIELD EQUATIONS IN $f(R)$ THEORY FOR MAXIMALLY SYMMETRIC SPACES

*Roger Hurtado - Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá*

*Medardo Fonseca - Universidad Distrital FJDC*

*Robel Arenas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá*

The properties of Field Equations in  $f(R)$  theories of gravity for spaces with constant scalar curvature  $R$  are investigated and its solutions are found. The relations for the non-vanishing components of the Ricci tensor for the metric element describing the space-time surrounding a static and spherically symmetric object are analyzed, and compared to that case of General Relativity. It is studied the asymptotic flatness behaviour of the metric elements found and the theory is linearized for a Starobinsky quadratic model, which for the case of  $f(R)=a_0+a_1R$ , corresponds to a de (anti de) Sitter space-time with  $n=4$  and positive (negative) cosmological constant  $\Lambda$ . As an end point, the production of gravitational waves in this weak field limit is analyzed.

rahurtadom@unal.edu.co

**Palabras claves:** cosmology: theory, gravitation.

## UN MODELO PARA GENERAR NUEVAS POTENCIALES GRAVITACIONALES DE GALAXIAS ESPIRALES

*Framsol López Suspes - Universidad Santo Tomás*  
*Jerson I. Reina Medrano - Universidad Santo Tomás*  
*Guillermo A. González V. - Universidad Industrial de Santander -*

Se presenta una técnica para generar nuevas soluciones de la ecuación de Laplace a partir de soluciones conocidas relacionadas con discos delgados newtonianos que representan modelos de galaxias. Específicamente, se usó los operadores lineales de diferenciación e integración en soluciones de la ecuación de Laplace para formar soluciones que pueden representar nuevos potenciales gravitacionales asociados con modelos galácticos. Para estudiar la estabilidad del modelo, luego de encontrar las nuevas familias de soluciones, se calculó las cantidades físicas en el plano del disco, tales como, la frecuencia epicíclica, la frecuencia vertical, la densidad superficial de masa, y la velocidad circular de las partículas. Los modelos semilla empleados fueron el potencial de Kuzmin, los discos delgados generalizados de Kalnajs y el potencial aplanado de Miyamoto & Nagai. Finalmente se muestra cómo se puede emplear la dinámica de las partículas de prueba para la investigación de la estabilidad de los modelos de galaxias.

framsol@gmail.com

**Palabras claves:** galaxias; frecuencia epicíclica; miyamoto & nagai.

## LA CONCEPCIÓN DE GRAVEDAD Y CÓMO REVOLUCIONÓ LA FÍSICA.

*Andres munevar espejo - universidad pedagógica nacional  
cristian mora motta - universidad pedagógica nacional*

La concepción de espacio – tiempo, fue modificada en uno de los trabajos que publicó Albert Einstein en 1905 llamado (Annus Mirabilis). Con este trabajo se revolucionó la física clásica. En esta teoría llamada teoría especial de la relatividad, Einstein estudia los cambios de coordenadas entre sistemas inerciales buscando que esta teoría permitiera cambios de coordenadas totalmente generales, pero fue aquí donde se observa que la gravedad es completamente incompatible con la idea de que el espacio – tiempo sea plano, es por eso que Einstein desarrolla la teoría de la relatividad general. Con la información anterior, lo que queremos hacer en este trabajo es una comparación de la concepción de la gravedad Newtoniana y la gravedad de Einstein; y como para cada uno de ellos es una cosa completamente diferente; la concepción para Newton de la gravedad es: una fuerza que atrae objetos entre sí. Y para Einstein la concepción de gravedad es: una consecuencia completamente geométrica de las propiedades del espacio – tiempo en el lugar donde se encuentre la masa. ¿Por qué una comparación?, esto con el fin de aclarar dudas y dar una contextualización apropiada a estudiantes que cursan carreras afines a la física, puesto que es muy complicado pasar de cursar una mecánica clásica a una mecánica moderna y lograr entender todos sus conceptos y sus diferencias, a la hora de abordar dichos temas, el por qué en algunas

situaciones la mecánica clásica no puede dar respuesta a ciertos fenómenos en el universo y con la teoría general de la relatividad si se puede llegar a estas respuestas.

andresm-2718@hotmail.com

**Palabras claves:** gravedad, relatividad general, newton, mecánica clásicaeinstein, espacio – tiempo.

AG4460

## SEARCH OF VARIABLE STARS USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES

*Alejandro García Varela - Universidad de los Andes*

*Beatriz Sabogal - Universidad de los Andes*

Statistical pattern recognition methods have provided competitive solutions for variable star classification. Although quantities related to the magnitude density of the light curves and their Fourier coefficients have been chosen as features in previous studies, some of these features are not robust to the presence of outliers and the calculation of Fourier coefficients is computationally expensive for large data sets. In this work we present the results of using a set of features to train an automatic classification system in order to perform supervised classification. We calculate the proposed set of features on 7 types of variable stars reported in the literature and evaluate their performance using classification trees and random forests, as well as in K-nearest neighbours, support vector machines, and gradient boosted trees methods. We tune the classifiers using 10-fold cross-validation and



grid search. We then validate the performance of the best classifier on a set of OGLE-IV light curves. By using the random forest classifier and colours criteria we found 50 Be star candidates in the direction of the Gaia south ecliptic pole field. As usual, these stars classified as variables must be checked to have the colours and spectroscopic characteristics expected for them.

josegarc@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** methods: statistical, stars: variables: general, emission-line, be, catalogues.

AG447P

## PROPAGACIÓN DE ONDAS MAGNETOHIDRODINÁMICAS EN UN TUBO DE FLUJO MAGNÉTICO

*Paula Camila Wandurraga Sanabria - Universidad Industrial de Santander  
Anamaría Navarro Noguera - Universidad Industrial de Santander  
Fabio Duvan Lora Clavijo - Universidad Industrial de Santander -*

En el presente trabajo se lleva a cabo un análisis de los diferentes modos de propagación de las ondas magneto-hidrodinámicas en el régimen lineal, asumiendo el modelo de tubo de flujo magnético. Dichos modos se deducen a partir de las condiciones de continuidad sobre la velocidad y la presión total del fluido en la superficie del tubo y se clasifican en dos grupos: los superficiales, los cuales presentan mayores amplitudes cerca a la frontera y los interiores, los cuales tienen un comportamiento oscilatorio dentro del tubo. También se clasifican, dependiendo de la deformación

geométrica de la superficie del tubo, en modos “sausage”, “kink” y torsionales. Estos modos son de gran interés en la física solar, ya que se asocian a fenómenos oscilatorios observados en las estructuras magnéticas de la atmósfera solar. Cabe aclarar que este trabajo representa un primer paso hacia un modelo realista de la propagación de ondas en tubos de flujo magnético. Sin embargo, no se presentarán comparaciones con los resultados de observaciones de estructuras en la atmósfera solar pero es parte de un futuro trabajo. Además, el modelo se puede reescalar para que coincida con las escalas espaciales observadas en el Sol ya que es un modelo analítico. Las escalas observadas para el ancho de estos tubos van desde 100km hasta 300km, lo cual corresponde a 0,1Mm y 0,3Mm respectivamente, donde 1Mm=1000km. Estas serán las escalas que se utilizarán en la presentación del trabajo.

paulacamilaw@gmail.com

**Palabras claves:** ondas magneto-hidrodinámicas, atmósfera solar.

AG469P

## MAGNETOGENESIS DURANTE INFLACION

*Hector Javier Hortua - UNAL*

*Leonardo Castaneda - UNAL*

Se ha observado campos magnéticos cósmicos en todas las escalas probadas hasta ahora. En escalas más grandes como galaxias y los cúmulos de galaxias existen campos magnéticos del orden de micro-Gauss, y evidencias observacionales recientes sugieren que

incluso el medio intergaláctico se podría albergar un campo magnético coherente con las escalas de Mpc. Una intrigante posibilidad es que estos campos magnéticos observados son una reliquia del universo temprano. En este trabajo se estudia algunos de los mecanismos de producción de campo magnético durante inflación y los problemas teóricos que afrontan dichos modelos. Además se muestra los efectos de estos campos sobre las anisotropías en la radicación cósmica de fondo y como a través de parámetros como el corte infrarojo, índice espectral y amplitud se puede determinar la naturaleza de los campos magnéticos vía observaciones cosmológicas.

hjhortuao@unal.edu.co

**Palabras claves:** cmb, campos magneticos primordiales.

AG480P

## **ESTIMACIÓN DEL CAMPO DE LUZ PRODUCIDO POR EL PASO DE MUONES ATMOSFÉRICOS A TRAVÉS DE UN DETECTOR HÍBRIDO: CENTELLADORES Y DETECTOR CHERENKOV DE AGUA**

*Andrei Enrique Jaimes Motta - Universidad Industrial de Santander*

*Mauricio Suárez Durán - Universidad Industrial de Santander*

*Luis Nuñez - Universidad Industrial de Santander -*

En el presente trabajo estudiamos el campo de luz producido por el paso de muones atmosféricos a través de un detector híbrido: arreglo plano de centelladores plásticos (CP) y un detector Cherenkov de agua (WCD). Estos muones son generados en

cascadas aéreas extensas (EAS) y su detección es clave para el estudio los rayos cósmicos que llegan a la Tierra y su relación con fenómenos transitorios como los decrecimientos Forbush, (clima espacial). La estimación del campo de luz se realiza en tres etapas: la primera consiste en determinar el espectro de fondo de muones, corregido por campo geomagnético, a la altura de BGA durante 24 horas. Este espectro de muones es usado como ingreso en las siguientes etapas. Etapa dos, se simula la interacción de los muones con el material del CP, estimando el flujo de fotones que arriban al respectivo dispositivo foto-electrónico (DFE), ubicado en uno de los extremos de cada centellador del arreglo. En la tercera etapa se calcula la producción de fotones-Cherenkov y el espectro que de estos fotones que llegan al respectivo DFE. El espectro de fotones que arriban a los respectivos DFE coincide con la respuesta espectral de los fotomultiplicadores de Silicio y el tubo-fotomultiplicador que se emplearan en el Arreglo Guane, permitiendo estimar un primer umbral de detección para cada detector híbrido. La convolución de la respuesta del CP y del WCD permite discriminar entre señales espurias de las causadas por muones atmosféricos; discriminación clave para la identificación de rayos cósmicos primarios y el registro de decrecimientos Forbush.

andrei.jaimes@correo.uis.edu.co

**Palabras claves:** rayos cósmicos, radiación cherenkov.

## FORMULACIÓN ELECTRODINÁMICA DE LA RELATIVIDAD ESPECIAL A PARTIR DEL PRIMER POSTULADO

*Edemir Antonio Bolivar Villaña - Universidad del Atlántico*

*Ubaldo Molina Redondo - Universidad del Atlántico*

*Pablo Vitoria Molineras - Corporación Universitaria de la Costa -*

A partir de las propiedades de homogeneidad e isotropía del espacio y tiempo, y usando únicamente el primer postulado de la relatividad espacial se deducen las transformaciones de coordenadas de Lorentz. Basadas en éstas se estudia la cinemática, dinámica relativista, contracción de longitudes, dilatación del tiempo y el intervalo espacio-tiempo, cuyos resultados quedan en términos de una constante universal, que es independiente de la velocidad de la luz. Posteriormente se estudia los resultados fundamentales de la electrodinámica relativista, incluyendo las ecuaciones de Maxwell, sin usar el postulado de la constancia de la velocidad de la luz, y se muestran las condiciones que se deben cumplir para mantener su invariancia ante las transformaciones de Lorentz.

edabo2008@hotmail.com

**Palabras claves:** relatividad especial. electrodinámica.  
homogeneidad e isotropía.

## PREDICCIÓN Y ANÁLISIS DE LA POLARIZACIÓN DE UNA ONDA GRAVITACIONAL

*Erick Gualteros Celis - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Nicolás Avilán Vargas - Universidad Central*

*César Herreño Fierro - Universidad Distrital Francisco José de Caldas -*

En febrero de 2016 el director del laboratorio LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) anuncio la detección de ondas gravitacionales, confirmando la predicción hecha con la teoría general de la relatividad. Hasta la fecha se han anunciado tres detecciones de ondas gravitacionales generadas por la colisión de dos agujeros negros. Recientemente se anunció una posible detección procedente de la colisión entre dos estrellas de neutrones en una galaxia lejana; en este caso el evento tendría doble detección, por los telescopios tradicionales y por los interferómetros de LIGO. En este trabajo mostramos la predicción de las ondas gravitacionales y su polarización desde el formalismo de la relatividad general. Dado que las ecuaciones de campo de Einstein son un sistema de ecuaciones diferenciales no lineales para el tensor métrico, se realiza un proceso de linealización de las ecuaciones en el que se asume un campo gravitacional débil. Con este procedimiento se muestra que se pueden generar ondulaciones del espacio-tiempo que se propagan a la velocidad de la luz, las ondas gravitacionales. Con el cálculo que aquí se presenta se desea hacer una comparación analítica y conceptual de la propagación de ondas gravitacionales visto desde el proceso de linealización de las ecuaciones de campo y desde el cálculo de las componentes del tensor de Weyl.

**Palabras claves:** ondas gravitacionales, polarización, relatividad general, tensor de weyl.

BF22O

## MICROESFERAS VÍTREAS PARA RADIOEMBOLIZACIÓN HEPÁTICA: OBTENCIÓN Y CÁLCULOS DE DOSIS

*Edison Rivera Figueroa - Grupo Producción e Innovación. Fundación  
Universitaria de Popayán*

*Pablo Alejandro Cappagli Cappagli - Laboratorio de Física Médica  
Computacional, Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear Centro  
Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

*Miguel Oscar Prado - Departamento Materiales Nucleares, Comisión Nacional  
de Energía Atómica (CNEA). Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y  
Técnicas (CONICET)*

En este trabajo se desarrollaron microesferas de vidrio idóneas para tratamientos de radioembolización hepática (radioterapia interna de tumores hepáticos). La producción se realizó utilizando la técnica de esferoidización por llama, se utilizó para ello polvos vítreos de tres composiciones diferentes (% peso): una de ellas similar al producto comercial TheraSphere;  $45\text{Y}_2\text{O}_3\text{-}20\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}35\text{SiO}_2$ , y dos composiciones propuestas en este trabajo  $45\text{Sm}_2\text{O}_3\text{-}20\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}35\text{SiO}_2$  y  $44,91\text{Y}_2\text{O}_3\text{-}19,96\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}34,93\text{SiO}_2\text{-}0,2\text{Lu}_2\text{O}_3$ . Las microesferas obtenidas presentaron características físicas similares a las de TheraSphere: alto grado de esfericidad, ausencia de fases cristalinas, tamaños de 20 a 42  $\mu\text{m}$ , y densidades entre 3,38 y 3,66  $\text{g/cm}^3$ . Teniendo en cuenta las

propiedades de las microesferas preparadas se realizaron los cálculos de activación nuclear de dichas partículas, para alcanzar las actividades en Bq/esfera adecuadas para un tratamiento de radioembolización hepática. Mediante la herramienta EGSnrc se realizaron simulaciones Monte Carlo para calcular las tasas de dosis en agua y en tejido, que pueden ser entregadas desde dichas esferas, conteniendo diferentes isótopos:  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{177}\text{Lu}$  y  $^{153}\text{Sm}$ . Previo a esto, se obtuvieron los núcleos de dosis puntual (DPK) de fuentes puntuales, emitiendo isotrópicamente electrones con una energía definida o un espectro energético. Los resultados fueron expresados en términos del DPK escalado y de las tasas de dosis en función del radio, para ser comparados con los datos reportados en la literatura. Finalmente, utilizando el código de usuario DOSXYZnrc se determinaron los núcleos de convolución (o valores S) de los isótopos  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{177}\text{Lu}$  y  $^{153}\text{Sm}$ , para implementar un protocolo dosimétrico a nivel vóxel para las microesferas fabricadas.

edison.rivera.figueroa@gmail.com

**Palabras claves:** microesferas vítreas, radioembolización, dosimetría, carcinoma hepatocelular, convolución, valores s.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## **SIMULACIÓN POR COMPUTADOR DE UN SISTEMA DE TOMOGRAFÍA BIMODAL PET-CT PARA SER UTILIZADO EN PEQUEÑOS Y GRANDES ANIMALES**

*Hernán Olaya Davila - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

*Hector Castro - Universidad Nacional de Colombia*

*Rafael R. Cogollo Pitalua - Universidad de Córdoba (Montería - Colombia) -*

Objetivo. Se realiza una simulación de un sistema bimodal de imágenes diagnósticas de Tomografía Computarizada de alta resolución (CT) y Tomografía de Emisión de Positrones (PET) de un prototipo llamado ClearPET-CT que se encuentra en desarrollo en el Centre de Physique des Particules de Marseille en Francia, con el fin de estudiar de manera simultánea las imágenes anatómicas combinadas con las imágenes metabólicas de pequeños animales y determinar con precisión crecimientos tumorales en etapas tempranas y lesiones que no son posibles determinar por imágenes diagnósticas tradicionales. Materiales y métodos. El software de simulación de interacción radiación materia que se utilizó en el modelamiento de los detectores, blindajes, accesorios y las fuentes de radiación es el GEANT4, que fue desarrollado y validado por el CERN en Suiza. Fue reproducida la geometría del prototipo y se realizaron múltiples pruebas para evaluar la calidad de la imagen, la caracterización de los detectores de radiación y las interacciones de la radiación con el tejido biológico. Resultados. En este trabajo se muestran las características de los parámetros físicos de emisión de radiación en relación a las propiedades anatómicas de los animales, se calculan las dosis absorbidas de radiación recibidas durante la exploración tomográfica, se plantean

propuestas para adaptar el sistema bimodal para grandes animales y se comparan con otros sistemas de imagenología médica. Conclusiones. La simulación por computador de estos sistemas complejos permite realizar mejoramientos en el diseño y en el desempeño de prototipos de tomografía bimodales. Finalmente, se hace un análisis del costo beneficio en la implementación de los sistemas tomográficos a nivel veterinario.

rafaelcogollo@gmail.com

**Palabras claves:** tomografía computarizada, simulación, pequeños y grandes animales, dosis de radiación.

BF510

## MEDICIONES DIELECTRICAS DE BAJA FRECUENCIA PARA ESTUDIAR LA TRANSICIÓN VITREA Y LA ESTABILIDAD TÉRMICA EN GRANOS DE CAFÉ VARIEDAD CASTILLO ARÁBICA

*Andrés Felipe Raigosa López - Universidad del Quindío*  
*Paulo César Carmona Tabares - Universidad del Quindío*  
*Jose Humberto Castillo Chamorro - Universidad del Quindío*

Se reportan las propiedades eléctricas y térmicas mediante la técnica de Espectroscopía de Impedancia Eléctrica Compleja y Calorimetría Diferencial Barrido (DSC), en granos de café variedad Castillo Arábica cultivados en la ciudad de Armenia departamento del Quindío Colombia, a una altura de 1550 m, tamaño del grano 17 y 18 mm, humedad 10.2%-12.1%, densidad 662 g/l, fermentación (no), secado (no), desmucilaginado (si). Los

termogramas obtenidos por DSC para una muestra de café en forma de pastilla con 3.45 mm de diámetro y 0.5-0.8 mm de espesor, indican para el primer calentamiento registrado a una velocidad de 10 °C/min, un primer evento endotérmico alrededor de -13.7 °C, asociado con la relajación- $\alpha$  que se considera estar conectada con movimientos moleculares de gran-escala de las cadenas principales y secundarias correspondiente a la temperatura de transición vítrea  $T_g$ . Se observa un segundo evento endotérmico alrededor de 76.7 °C, ocasionado por la salida de agua superficial presente en la muestra. Para una temperatura alrededor de 139.5 °C se observa un tercer pico endotérmico, el cual corresponde a la descomposición de parte del contenido biológico de la muestra. La parte imaginaria del módulo eléctrico versus la temperatura obtenida a una frecuencia fija de 1 KHz, aplicando un voltio y una velocidad de calentamiento también de 10 °C/min, presenta un pico pronunciado alrededor de 80 °C debido a la salida de agua superficial presente en la muestra, mientras que la constante dieléctrica presenta un pico alrededor 140 °C asociado con la descomposición del contenido biológico de la muestra de café.

afraigosal@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** granos de café castillo arábica, transición vítrea, módulo eléctrico, constante dieléctrica.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **DISTRIBUCIÓN DE DOSIS EN TEJIDO MAMARIO DEBIDO A PROCEDIMIENTOS DE RADIOTERAPIA**

*Andrea Santamaria Bautista - U.P.T.C*  
*Segundo Agustín Martínez Ovalle - U.P.T.C*  
*Sebastian Estepa Jiménez - U.P.T.C -*

En este trabajo se utilizó el código MCNPX, para la simulación de un tratamiento de cáncer de mama, para ello, se construyó una geometría de un phantom femenino (FAX06) con todos sus órganos, para ello se utilizó el software libre ImageJ el cual permite importar imágenes DICOM para luego ser convertidas en archivos válidos de entrada (input) para el código MCNPX, paso seguido se construyó un blindaje esférico de plomo (Pb) y tungsteno (W) que simula el cabezal de un acelerador lineal de uso clínico y sistema multiláminas para proteger mama contralateral y demás órganos a riesgo. Desde el centro del blindaje fueron emitidos haces de fotones de 6 y 15 MV, con angulaciones para recrear dos campos tangenciales, teniendo en cuenta que la dosis en un medio biológico o tejido humano es acumulativa y permite realizar irradiaciones por suma de varios haces emitidos desde distinta angulación y con un único punto de intersección. Posteriormente, se procedió a hacer el cálculo de dosis absorbida en cada uno de los órganos involucrados en este tipo de tratamientos. Los cálculos se realizaron en cluster paralelizado, se simularon un total de 960 millones de historias para 6 MV y 720 millones de historias para 15 MV, suficientes para obtener incertidumbres aceptables. Todo lo anterior fue desarrollado tomando como referencia un archivo de planificación para un tratamiento convencional de cáncer de mama desde un

sistema Eclipse de Varian. Los resultados permitieron establecer diferencias entre las dosis absorbidas a que son sometidos órganos de riesgo como pulmón y corazón.

andrea.santamaria@uptc.edu.co

**Palabras claves:** simulación, monte carlo, radioterapia, cáncer de mama.

BF800

## 10 AÑOS DE LA MAESTRÍA FÍSICA MÉDICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

*Maria Cristina Plazas - Universidad Nacional de Colombia*

*Juan Domingo Baena - Universidad Nacional de Colombia*

*John Morales - Universidad Nacional de Colombia*

Antecedentes: Desde el inicio del uso de los Rayos X, de la Radioterapia y de la Medicina Nuclear en Colombia hacia 1934 von la creación del Instituto de Radium, las instituciones hacia 1984: Instituto Nacional de Cancerología, Instituto de Asuntos Nucleares y La Universidad Nacional de Colombia, firman un convenio para crear luego de los programas Especialización en Física Radiológica, Maestría en Ciencias Físicas con línea de profundización en Física Radiológica, la Maestría en Física Médica cuya primera promoción se inicia en 2007 en el Área Curricular de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad nacional de Colombia y el Doctorado en Ciencias Físicas con línea doctoral en Física Médica con sus primeros estudiantes desde el año 2014. Resultados: en esta presentación deseamos mostrar con diferentes

indicadores los resultados de ésta Maestría cuyo impacto social, ha permitido tener egresados a nivel nacional desde la ciudad de Santa Marta en el Magdalena hasta Pasto en el Departamento de Nariño y a nivel internacional contar con egresados en Guatemala, Italia y Estados Unidos de América. Conclusiones: El Programa de Formación en Física Médica de la Universidad Nacional de Colombia ha logrado colocar a Colombia a un nivel internacional de alto reconocimiento en las áreas de Radioterapia, Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y Protección Radiológica con reglamentaciones que permiten que los Físicos Médicos sean profesionales de muy alta calidad, garantizando el correcto uso y manejo de fuentes radiactivas y equipos emisores de radiaciones ionizantes en el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades.

mcplazasd@unal.edu.co

**Palabras claves:** 10 años, maestría física médica, universidad nacional de colombia.

FISICA Y REALISMO MAGICO



**PRUEBA PILOTO PARA LA EVALUACIÓN DE  
ANSIEDAD ANTE EXÁMENES FINALES EN LA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
MEDIANTE LA ESCALA DE ZUNG Y SU  
COMPARACIÓN CON LA TÉCNICA DE TERMOGRAFÍA  
INFRARROJA**

*Erika Mariana Alzate Posso - Universidad Tecnológica de Pereira*  
*Milton Humberto Medina Barreto - Universidad Tecnológica de Pereira*  
*Clara Ines Valencia Lopez - Universidad Tecnológica de Pereira -*

La Termografía Infrarroja es una técnica no invasiva la cual permite visualizar los cambios de la temperatura corporal, proporcionando así un método evaluativo simple y eficaz que se puede relacionar con diferentes estados fisiológicos e incluso con estados psicológicos, de acuerdo con investigaciones recientes. Se presentan en este trabajo los resultados obtenidos al comparar una encuesta psicológica con imágenes termográficas infrarrojas a nueve estudiantes de sexo masculino entre quinto y décimo semestre de Ingeniería Física de la Universidad Tecnológica de Pereira durante el periodo de exámenes finales. En la primera parte del estudio se aplicó la escala de veinte puntos de Zung para ansiedad, para posteriormente registrar imágenes termográficas infrarrojas tomadas con luz y sin luz a cada estudiante. Se analizaron específicamente de las imágenes las falanges de los dedos de las manos, la región aponeurótica del cuello, el músculo elevador del ala de la nariz, la región lobular de la oreja y el músculo occipitofrontal. Los resultados de la prueba piloto en ésta primera etapa permitieron cuantificar individualmente el nivel de

ansiedad presentado por cada sujeto de acuerdo con la escala de Zung. Las imágenes termográficas permitieron visualizar posibles biomarcadores térmicos musculares ya que presentan contrastes térmicos acentuados en ciertos individuos. Son notorias temperaturas relativamente bajas en todas las falanges de los dedos en uno de los individuos quien mostró una alta consistencia con la escala de Zung (50%), mientras que el individuo con la más alta consistencia de la escala (56%) mostró comparativamente las temperaturas más bajas en la región aponeurótica del cuello.

mariana95@utp.edu.co

**Palabras claves:** ansiedad, biomarcadores, escala zung, termografía.

BF1470

## **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO PARA EL ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE LA FUNCIÓN LAGRIMAL DEL OJO HUMANO**

*Luis Enrique Llamosa Rincon - Universidad Tecnológica de Pereira  
Julian Mauricio Ruiz Echeverri - Universidad Tecnológica de Pereira  
Juan Mateo Meza Arenas - Universidad Tecnológica de Pereira -*

El ojo humano posee poca irrigación sanguínea lo que permite demostrar que el cambio de temperatura en la superficie ocular es un importante indicador para el diagnóstico de patologías. Utilizando la técnica de la termografía infrarroja se han realizado estudios de enfermedades oculares en las cuales se pueden producir variaciones de temperatura relacionadas con alteraciones en la



función lagrimal, tal es el caso del síndrome del ojo seco (SOS); sin embargo, son pocos los estudios experimentales en que se realice un análisis termográfico de la superficie ocular en personas sanas con respecto a su función lagrimal, que pueda servir de base comparativa para otros estudios de diagnóstico, detección temprana de patologías y de variación de temperatura en el ojo humano debido a estímulos externos, como por ejemplo la exposición a radiaciones no ionizantes. En este trabajo se presenta el protocolo experimental diseñado e implementado, que permite realizar una caracterización termográfica de la función lagrimal de la superficie ocular del ojo humano en personas sanas, basado en la técnica de la termografía infrarroja. Los resultados obtenidos muestran que existen variaciones de temperatura por efecto de la función lagrimal, que se pueden cuantificar para personas sanas y que sirven de referencia para otros estudios. El trabajo que se presenta es parte de los resultados del proyecto de investigación titulado “Estudio termográfico de la función lagrimal en la superficie ocular humana”, liderado por el grupo de electrofisiología de la Universidad Tecnológica de Pereira.

[jumameza@utp.edu.co](mailto:jumameza@utp.edu.co)

**Palabras claves:** caracterización termográfica, ojo humano, protocolo, función lagrimal.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## SEGMENTACIÓN DE TUMORES SOBRE IMÁGENES POR RESONANCIA MAGNÉTICA EN ESPACIOS DE CARACTERÍSTICAS USADOS PARA EL RENDERIZADO VOLUMÉTRICO POR FUNCIONES DE TRANSFERENCIA

*Angie Alejandra López Castaño - Universidad Tecnológica de Pereira*  
*Walter Serna Serna - Universidad Tecnológica de Pereira*

La segmentación en una imagen médica es una de las técnicas de procesamiento más usadas puesto que permite extraer información morfológica para facilitar el análisis de estructuras anatómicas. El método más usado es la segmentación basada en atlas, que consiste en registrar espacialmente la imagen con otra imagen de referencia permitiendo identificar las diferencias entre sujetos sanos y enfermos. Sin embargo, el resultado no siempre es fiable debido a que depende de la orientación final respecto a la imagen referencia y a la variabilidad anatómica entre sujetos. Este trabajo propone una nueva técnica basada en los dominios usados para el renderizado volumétrico por funciones de transferencia, específicamente el histograma LH y el histograma de gradiente vs intensidad, donde no se considera la información espacial de la imagen sino características como contornos codificados en un nuevo dominio. El método consiste en generar un modelo de referencia en los dominios de características a partir del promediado de las imágenes de múltiples sujetos sin patologías confirmadas. Posteriormente, las imágenes de un sujeto enfermo son llevadas al mismo dominio para realizar una substracción

estadística con el modelo de referencia. El método propuesto fue usado en la identificación automática de tumores cerebrales sobre imágenes de resonancia magnética. Como resultado, en la construcción del modelo de referencia fue posible determinar tendencias y distribuciones sobre los histogramas 2D que son idénticas para cada sujeto sano, comprobando su correspondencia con tejido cerebral, estructura ósea y piel. En cuanto a la substracción estadística, permitió resaltar voxeles correspondientes a tejido anormal asociado a tumores, facilitando el proceso de segmentación en la rutina clínica.

angie\_lopez@utp.edu.co

**Palabras claves:** segmentación, imágenes médicas cerebrales, resonancia magnética, histograma lh.

BF168O

## ESTUDIO DE IMÁGENES MAMOGRAFICAS MEDIANTE EL USO DE FANTOMAS DE TRIÓXIDO DE ALUMINIO

*Carlos avila - universidad de los andes*

*Luis miguel mendoza - universidad militar nueva granada*

*leonardo loaiza - universidad nacional*

*Ronald rodríguez - universidad de los andes*

Presentamos resultados de imágenes mamográficas simuladas en GAMOS, un Monte Carlo basado en el paquete GEANT4, usado para estudio de imágenes médicas. Simulamos esferas de trióxido de aluminio que cubren un rango de tamaños desde 0.16 mm hasta 1.0 mm de diámetro, el haz de radiación proviene de una fuente puntual que tiene un espectro correspondiente a un ánodo de

tungsteno (W) con un voltaje de 28 kV. Los tamaños seleccionados para las esferas de trióxido de aluminio son acordes con las especificaciones que poseen los fantasmas de acreditación comerciales, así mismo, las distancias entre el fantoma y el punto focal y de éste al detector, corresponden a los parámetros usados en tomas de imágenes mamográficas. Se simula un detector de píxeles de Silicio de 0.055 mm x 0.055 mm. Los resultados de la simulación son comparados con imágenes obtenidas bajo las mismas condiciones, por dos tipos diferentes de mamógrafos. Nuestra simulación, una vez calibrada a las dosis de radiación estándar para mamografía, nos permite hacer estudios para optimizar los parámetros de los mamógrafos que garanticen la mejor calidad de imágenes.

[luis.mendoza@unimilitar.edu.co](mailto:luis.mendoza@unimilitar.edu.co)

**Palabras claves:** mamografía - imágenes médicas - simulación de monte carlo.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTIMACIÓN DE LA DOSIS EFECTIVA EN PACIENTES SOMETIDOS A ESTUDIOS DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN LA FUNDACIÓN VALLE DEL LILI

*Emmanuel Ramírez Castañeda - Universidad del Valle*

*Oriana Benavides Rendon - Fundación Valle del Lili*

*Wilson Lopera - Universidad del Valle -*

Con el objetivo de estimar la dosis efectiva en los protocolos de tomografía computarizada de la unidad de imágenes diagnósticas de la Fundación Valle del Lili, se recopilaron y analizaron un total de 3271 estudios realizados en el periodo enero-diciembre de 2016 en tres tomógrafos diferentes. En cada caso se estudiaron las variaciones en el índice de dosis así como el producto dosis longitud en pacientes pediátricos y adultos para cada protocolo en los tomógrafos analizados. Finalmente se utilizaron factores de conversión k disponibles en la literatura para los distintos sistemas tomográficos los cuales sólo dependen de la región corporal analizada. Los resultados muestran que en general, la mayor contribución a la dosis total se presenta en exámenes realizados en el tomógrafo Light Speed VCT.

emmanuel.ramirez@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** dosis efectiva; tomografía computarizada; índice de dosis ct; producto dosis longitud.

## **ENCAPSULAMIENTO DE COMPUESTO AISLADO DE CALEA PRUNIFOLIA SOBRE NANOFIBRAS ELECTROHILADAS DE PVAL-OH PARA SU APLICACIÓN EN LIBERACIÓN SOSTENIDA DE FÁRMACOS**

*Andrea Carolina Castillo Bravo - Universidad del Quindío*

*Milton Gomez Barrera - Universidad del Quindío*

*Jose Humberto Castillo Chamorro - Universidad del Quindío -*

La *Calea prunifolia* es una especie que presenta usos etnofarmacológicos diversos, dentro de los cuales se encuentra la actividad aperitiva, antitumorales, diurético, como tónico, tratamiento de mordedura de serpientes, ictiotóxico, insecticida y en el tratamiento de algunas afecciones de la piel. Contienen una gran cantidad de metabolitos secundarios entre los que se reportan las sesquiterpenlactonas, compuestos a los cuales se les ha reportado actividad antiinflamatoria. Por otra parte, en los últimos años nuevos compuestos desarrollados al unir materiales tradicionales con biomateriales han obtenido un gran interés en la comunidad científica, algunos materiales compuestos han demostrado propiedades mejoradas y están generando un renovado interés en los campos de ciencia e ingeniería de biomateriales. Las fibras poliméricas están siendo estudiadas para desarrollar dispositivos que encapsulan proteínas. En este trabajo se reporta el encapsulamiento de *calea prunifolia* en una película polimérica formada por nanofibras de poli vinil alcohol hidrolizado (PVAL-OH) mediante la técnica de electrohilado, aplicando un potencial de 25.4 kV, y haciendo variar la distancia aguja-colector entre 4 y

18 cm, bajo condiciones de temperatura ambiente, presión atmosférica y una humedad relativa del 50% dentro de la recámara de crecimiento. Medidas de rayos X evidencian membranas más amorfas para menor distancia aguja-colector, mientras que la caracterización realizada por Microscopia Electrónica de Barrido muestra una disminución del diámetro de las fibras al disminuir la distancia entre colector y aguja, además se evidencia la retención de calea en la matriz porosa que forma las fibras poliméricas.

accastillob@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** calea prunifolia, encapsulado, nanofibras, electrohiliado, fármacos.

BF268P

## CONTROL DE CALIDAD EN MAMOGRAFÍA

*Claudia Blanco Pacheco - Universidad Nacional de Colombia  
Agustín Daza Moreno - Fundación Santa Fe de Bogotá*

En la actualidad el cáncer de mama es considerado como un problema de salud pública a nivel mundial, una manera de contribuir en el adecuado y oportuno diagnóstico de esta patología es mediante la utilización de un mamógrafo, equipo particular de rayos X que se adapta a la fisonomía de las mamas facilitando el examen. En este trabajo se presentan algunas de las pruebas más significativas del control de calidad realizadas al mamógrafo digital de la Clínica de la Mujer de la Fundación Santa Fe de Bogotá con el objetivo de garantizar elaboración de mamografías de alta calidad que proporcionen diagnósticos acertados sin

sobreexposición de dosis a las pacientes. Para ello se evaluaron parámetros geométricos, rendimiento, calidad del haz, dosis, visualización de imágenes, control automático de exposición, entre otros, siguiendo los protocolos del Organismo Internacional de Energía Atómica, Colegio Americano de Radiología (ACR), Español y recomendaciones del fabricante del equipo. Para realizar las respectivas pruebas se utilizaron cámaras de ionización, detector de estado sólido, phantom del ACR, fotómetro y patrones de resolución; luego de efectuar las pruebas se obtuvieron resultados satisfactorios acorde a los planteados en los diferentes protocolos entre los que cabe resaltar la puntuación de la calidad de imagen phantom de visualización de fibras, microcalcificaciones y masas de 5, 4, 4 y la dosis glandular media de 1.2 mGy, valor significativamente inferior a la tolerancia de 2,5 mGy. También se evidencia el adecuado y óptimo funcionamiento del equipo así como la estabilidad en el tiempo permitiendo obtener imágenes de calidad suficientemente elevada.

clablanco@unal.edu.co

**Palabras claves:** control de calidad, mamografía, dosis, calidad de imagen.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE POLVO DE HUESO EXTRAÍDO DE FÉMUR PORCINO

*Lina Vanessa Caballero - Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío*

*Angélica Marcela Castillo-Paz - Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío*

*Humberto Franco-Osorio - Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío*

*Liliana Tirado-Mejía - Grupo de Optoelectrónica, Universidad del Quindío*

La cerámica hidroxiapatita es la principal responsable de la dureza en los huesos y dientes. Se puede obtener de forma sintética o a partir de materiales biológicos; posee propiedades de biocompatibilidad, bioactividad, osteoconductividad y no toxicidad con aplicaciones biomédicas en odontología, ortopedia y cirugías maxilofaciales. La hidroxiapatita sintética es de alta pureza, pero su costo es elevado mientras que la obtenida de fuentes biológicas como huesos bovinos, huesos porcinos, corales, estrellas de mar y cáscara de huevos, entre otros, es de gran interés ya que es más económica; la desventaja que puede presentar es que su extracción requiera de productos químicos que dejen trazas indeseables en el material. En este trabajo se extrajo el polvo de hueso a partir del fémur porcino usando tratamiento hidrotérmico para garantizar la ausencia de trazas. La efectividad de este procedimiento fue medida a través del análisis gravimétrico que relaciona la pérdida de materia orgánica después del tratamiento hidrotermal, y a través del análisis termogravimétrico que relaciona la pérdida de masa con el aumento de la temperatura. La presencia

de hidroxiapatita y los cambios de fase se analizaron a partir de difracción de rayos X y calorimetría diferencial de barrido. Mediante los espectros ópticos de absorción se evidencia la presencia de grupos funcionales como hidroxilos y fosfatos; se obtuvieron espectros de emisión mediante la técnica de fotoluminiscencia, utilizando en estos análisis hidroxiapatita pura como patrón de referencia.

lvcaballeros@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** hidroxiapatita, hueso porcino, método hidrotermal, difracción de rayos x.

BF275P

## **CARACTERIZACIÓN DE EQUIPO DE ANGIOGRAFÍA PARA ESTIMAR DOSIS EFECTIVA DE PERSONAL MÉDICO EN RADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA**

*Jorge Alberto Caro Vargas - Universidad Nacional de Colombia  
José Agustín Daza Moreno - Fundación Santa Fe de Bogotá*

A diferencia de las otras técnicas de imágenes médicas, en intervencionismo el personal permanece dentro de la sala durante el tiempo en el que el equipo está emitiendo radiaciones ionizantes, la fuente principal de exposición del personal es la radiación dispersa producida por la interacción del haz primario con el paciente, por ende, las dosis ocupacionales de este grupo suelen ser las más altas registradas en los servicios de imágenes diagnósticas. Si bien, existen estimaciones genéricas es necesario caracterizar cada sala de trabajo y sus particularidades como el angiógrafo, tipo

de procedimientos desarrollados, distancias, protocolos de trabajo, entre otras. Este trabajo presenta la caracterización de uno de los angiógrafos de la Fundación Santa Fe de Bogotá a partir de condiciones simuladas de algunos procedimientos realizados, midiendo las dosis en diferentes puntos de la sala por medio de detectores Geiger y TLD, dichos resultados permitieron realizar las curvas de isodosis del angiógrafo y de esta manera estimar la dosis efectiva del personal ocupacionalmente expuesto en radiología intervencionista. Teniendo como trabajo futuro la optimización de las dosis para el personal médico y por supuesto reducir sin afectar el tratamiento o diagnóstico las dosis en los pacientes.

jacarova@unal.edu.co

**Palabras claves:** radiaciones ionizantes, radiología intervencionista, dosimetría, caracterización de equipos, imágenes diagnósticas.

BF279P

## DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN DETECTOR DE RADIACIÓN TIPO CÁMARA DE IONIZACIÓN

*Richard Stiv Murcia Huerfano - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*  
*Hector Fabio Castro Serrato - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*

Se diseñó, construyó y caracterizó un detector de radiación tipo PPC (Parallel Plate Chamber) con parámetros ajustables (distancia entre electrodos, voltaje, gas, fuente de radiación). Se analizó la respuesta del detector usando 100% aire, 100% Ar y la mezcla P10

(10%CH<sub>4</sub> - 90%Ar). Como fuente de radiación se usó radiación cósmica ( $\mu$ ) y algunas fuentes radiactivas. En este trabajo se presentan mediciones y análisis de la curva característica y su dependencia en los parámetros variables. Este dispositivo constituye una excelente herramienta para la demostración y enseñanza del funcionamiento de un detector tipo cámara de ionización para estudiantes.

stivro@gmail.com

**Palabras claves:** cámara de ionización, detector de radiación, parallel plate chamber.

BF2840

## NANOPARTICULAS TiO<sub>2</sub> AMORFO: SÍNTESIS Y CAPACIDAD ANTIBACTERIANA

*Monica Andrea Vargas Urbano - Universidad de Valle*

En este trabajo se utilizó el método sol-gel para sintetizar dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), proceso que permitió obtener de manera controlada, a través de tratamientos térmicos, las diferentes fases del TiO<sub>2</sub>, garantizándose la pureza del óxido y el tamaño nanométrico de las partículas. Los resultados de Difracción de rayos X (DRX) mostraron que los polvos sintetizados eran amorfos hasta una temperatura  $T < 350^{\circ}\text{C}$ , con un tamaño de partícula de  $\sim 100$  nm determinado con Microscopia Electrónica (MET y MEB). Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y la naturaleza del proceso de síntesis utilizado, se propuso un mecanismo que permitiría explicar la formación de nanopartículas amorfas de TiO<sub>2</sub>

(TiO<sub>2</sub>-ANP). Con el objetivo de estudiar el potencial uso de los TiO<sub>2</sub>-ANP sintetizados, se evaluó su capacidad antibacteriana. El efecto inactivador de bacterias, del TiO<sub>2</sub> amorfo sintetizado, se analizó registrando el efecto de su presencia sobre cepas bacterianas de Escherichia coli. Para ello, previo a la incorporación del TiO<sub>2</sub> amorfo en el cultivo de E. coli, el óxido se activo haciendo incidir sobre él radiación UV durante 1 hora. Inmediatamente realizada esta acción, el TiO<sub>2</sub> amorfo activado se colocó en contacto con el cultivo, el cual no fue irradiado con UV durante la realización del ensayo. Los resultados obtenidos indican que en los primeros 30 minutos de exposición de las bacterias al TiO<sub>2</sub> amorfo activado, la presencia de colonias de E. coli se redujo apreciablemente, no detectándose la presencia de ellas en el cultivo.

monicavargas13@hotmail.com

**Palabras claves:** tio<sub>2</sub> amorfo, nanopartículas, sol-gel, inactivación bacteriana, escherichia coli.

BF286P

## **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SIMULADOR ANTROPOMORFO CRANEAL PARA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA**

*Neila Castiblanco - UPTC*

*Hernán Oláya - UPTC*

*Juan E. Estepa - Centro de Cancerología de Boyacá*

En este trabajo se diseñó, se construyó y se utilizó un simulador físico antropomorfo craneal con características similares al tejido biológico humano, el cual se interpuso en un haz de rayos X colimado producido por un Tomógrafo Computarizado (CT). En la interacción radiación materia se crean procesos de atenuación, dispersión y transmisión de la radiación y se originan las imágenes diagnósticas. El objetivo es estudiar la calidad de la imagen con la reconstrucción de los cortes tomográficos y establecer las dosis de radiación en diferentes puntos espaciales. El simulador está destinado a ser utilizado como patrón de referencia en control de calidad de densidades estructurales craneales. Para efectuar una intercomparación entre los números Hounsfield de los tejidos de hueso, masa encefálica y globos oculares obtenidos experimentalmente en tres CT's de la ciudad de Tunja y los datos suministrados por el reporte ICRU-44, se establecieron las desviaciones de los números Hounsfield obtenidos para cada una de las estructuras y se comparan con los valores de referencia del ICRU-44. Para las estructuras óseas los porcentajes de desviación máximos son del orden del 20%. Estas desviaciones se originan básicamente a que los CT's no se les realiza una calibración periódica de los números Hounsfield y tampoco se les realiza una evaluación periódica de control de calidad.

bivizz@hotmail.com

**Palabras claves:** fantoma, fiducias, números hounsfield, dosis absorbida, rayos x, tomografía computacional (ct), cámara de ionización ct.

## MICROSCOPIA DE HOJA DE LUZ TIPO BESSEL PARA EL ESTUDIO DE MUESTRAS CLARIFICADAS

*Manu Forero Shelton - Uniandes*

*Angela Narvaez - Uniandes*

*Elkin Alvis Narvaez - Uniandes*

La reconstrucción anatómica tridimensional detallada, como mapas neurales completos de muestras intactas del tamaño de varios milímetros o centímetros es de gran dificultad usando técnicas convencionales de microscopía. Las técnicas que son capaces de escanear grandes volúmenes, como la microresonancia magnética no logran resolución celular, y en técnicas que tienen muy buena resolución, como la microscopía confocal con epifluorescencia, es imposible escanear muestras de gran profundidad, obligando al seccionamiento mecánico de la misma introduciendo artefactos difíciles de eliminar y convirtiendo la reconstrucción tridimensional en algo tedioso que implica un gran gasto de horas de trabajo y computación. La ultramicroscopía es una alternativa novedosa basada en la microscopía de hoja de luz que combinada con técnicas de clarificación es capaz de realizar escaneos de grandes volúmenes con resolución que puede ser subcelular; además ofrece ventajas como gran capacidad seccionamiento óptico, poco fotoblanqueo y maltrato para la muestra y mayor velocidad en la reconstrucción tridimensional. Hemos construido un Ultramicroscopio en el cual estamos probando la iluminación tipo Bessel de la cual se muestran imágenes.

**Palabras claves:** hoja de luz, clarificación, ultramicroscopía, iluminación tipo bessel.

BF328O

## **CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD INTERFACIAL DE PELÍCULAS DE SURFACTANTE PULMONAR DE ORIGEN PORCINO Y BOVINO EN BALANZAS TIPO LANGMUIR**

*Olga Lucia Ospina - Pontificia Universidad Javeriana*

*Angela Alvarez Tinjaca - Pontificia Universidad Javeriana*

*Nataly Diaz Rivera - Pontificia Universidad Javeriana*

*David Leonardo Cañas Varon - Pontificia Universidad Javeriana*

El surfactante pulmonar es un agente tensioactivo que modula la tensión superficial en los espacios broncoalveolares, favoreciendo el intercambio gaseoso durante el proceso de la respiración. El entendimiento de la composición, la función y el metabolismo de este es de esencial importancia en la investigación de surfactantes terapéuticos, ya que la deficiencia del surfactante pulmonar es causa de muerte en neonatos por síndrome de distrés respiratorio. En este trabajo se evalúa de manera experimental la tensión superficial en una interfase aire-liquido, por medio de experimentos in vitro, en la balanza de Langmuir utilizando surfactante pulmonar bovino y porcino. La caracterización de la actividad del surfactante en la interfase se realiza por medio de cinéticas de presión superficial ( $\pi$ ) en función del tiempo, también llamadas isothermas  $\pi(t)$ . Los resultados obtenidos indican que las



presiones de equilibrio en el surfactante bovino y porcino son aproximadamente de 45 y 43 mN /m respectivamente. Los experimentos se realizaron a temperaturas de 25 y  $37 \pm 1$  °C y la cantidad de material depositado en la interfase fue de 10, 25 y 40 µg. Finalmente se comparan las presiones de equilibrio y las cinéticas del surfactante pulmonar para las muestras analizadas en función de la temperatura y la masa.

angelatuby8@gmail.com

**Palabras claves:** tensión superficial, surfactante pulmonar, presión de equilibrio, isothermas, síndrome de distrés respiratorio neonatal.

BF331P

## DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DOSIMÉTRICOS PARA HACES DE ELECTRONES DE 6, 9, 12 Y 16 MeV USADOS EN RADIOTERAPIA

*Neidy ximena rodriguez fernandez - universidad pedagógica y tecnológica de colombia*

*Hernan olaya davila - universidad pedagógica y tecnológica de colombia*  
*jose antonio diaz merchan - clínica cancerológica de boyaca -*

En este trabajo se utilizó un acelerador lineal VARIAN □ IX de la Clínica Cancerológica de Boyacá, el cual se encuentra operativo para tratamientos de radioterapia externa. Se utilizaron los haces de electrones del acelerador que comúnmente son usados para el tratamiento de neoplasias cutáneas. Se efectuó la caracterización dosimétrica de los haces de electrones generados por el acelerador con el objetivo de garantizar que el equipo se encuentra en

condiciones de uso clínico para las energías nominales de electrones de 6, 9, 12 y 16 MeV. Para encontrar los factores de tamaño de campo se usaron los aplicadores de electrones con moldes circulares hechos en material de cerroben cubriendo áreas desde 2 cm<sup>2</sup> hasta 64 cm<sup>2</sup>. La dosimetría fue realizada con una cámara de ionización plano paralela usando el protocolo internacional de práctica para dosimetría basada en patrones de dosis absorbida en agua TRS 398 del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Posteriormente, se determinaron los perfiles de dosis en profundidad para cada campo circular y cada energía, también se encontraron los perfiles de campo para el aplicador de 10 x 10 cm. Posteriormente se evaluaron los factores de planicidad y simetría de los haces de electrones usados en radioterapia. Finalmente se hallaron los factores de tamaño de campo con la normalización de un campo circular de 25 cm<sup>2</sup>. El objetivo en la práctica es aplicar el factor cuando se tiene un área de la lesión equivalente a un campo circular como corrección a la dosis absorbida que se va a administrar a la lesión tumoral y de esta forma tener un control de las dosis calculadas por el sistema de planeación TPS.

hernan.olaya@uptc.edu.co

**Palabras claves:** dosimetría de electrones, factores de campo, acelerador lineal, simetría del haz de radiación.

## PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE RESONANCIA MAGNÉTICA PARA ESTIMACIÓN DE DOSIS DE RADIACIÓN

*Andrea Johanna Espinosa Alfonso - Universidad Nacional de Colombia*

*Sandra Catalina Urueña Martínez - Universidad Nacional de Colombia*

*Luis Agulles Pedrós - Universidad Nacional de Colombia -*

Sustancias químicas radiosensibles creadas a base de monómeros inmersos en gelatina y conocidas en la literatura como geles dosimétricos, permiten establecer valores de dosis de radiación absorbida por medio de imágenes de resonancia magnética IRM. Debido a sus propiedades de detección, dichos geles son actualmente estudiados y utilizados para la verificación de dosis en tratamientos médicos que involucran el uso de radiaciones ionizantes. El parámetro T2 obtenido a través de secuencias espín eco en IRM, proporciona información de las interacciones radiación materia ocurridas en el gel irradiado, dado que éste se polimeriza de forma que la dosis absorbida es proporcional al grado de polimerización del mismo e inversamente proporcional al valor del T2 medido. La información obtenida de las IRM en muestras de gel irradiadas con diferentes dosis fue analizada mediante software para procesamiento de imágenes con el objetivo de establecer una curva de calibración dosimétrica comparable a las curvas obtenidas en trabajos previos.

ajepinosaa@unal.edu.co

**Palabras claves:** gel dosimétrico, radiación ionizante, imágenes de resonancia magnética, dosimetría y procesamiento digital de imágenes.

BF356O

## **CARACTERIZACIÓN DE HUESO CORTICAL COMO MATERIAL ATENUADOR DE RAYOS X**

*Andrea Nathalia Vargas Castillo - Universidad Nacional de Colombia*

*Richard Stiv Murcia Huérfano - Universidad Nacional de Colombia*

*Angel Miguel Ardila Vargas - Universidad Nacional de Colombia -*

El hueso cortical se caracteriza por tener un coeficiente de atenuación lineal de +1000 HU, debido a que su densidad, composición y estructura le permiten atenuar en gran medida los rayos X. En el siguiente trabajo se presenta la caracterización del material mediante difracción de rayos X y Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), así como la determinación de su capacidad de atenuación de la radiación X utilizando un equipo generador de rayos X dental (Gendex 770). Para su realización se comprimió limadura de hueso cortical y se elaboró un conjunto de pastillas de distintos espesores y densidades que fueron irradiadas con el generador RX dental, empleando el programa ImageJ para identificar el nivel de atenuación en función del espesor y la densidad; adicionalmente se realizó la comparación de atenuación de dosis de radiación con cristales termoluminiscentes TLD-100 (Thermo Scientific, Massachusetts, USA). Se obtuvo una atenuación máxima del 93% para un espesor de  $20 \pm 0.02$  mm,

identificando consecuentemente el poder de atenuación que posee el material.

anvargasc@unal.edu.co

**Palabras claves:** rayos x, atenuación de radiación, protección radiológica, material atenuador, hueso cortical.

BF357P

## **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN PHANTOM PARA LA EVALUACIÓN DE LA IMAGEN DIAGNÓSTICA EN TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA**

*julian andrés coy lopez - universidad pedagógica y tecnológica de colombia*

*hernán olaya dávila - universidad pedagógica y tecnológica de colombia*

*segundo agustín martinez ovalle - universidad pedagógica y tecnológica de colombia -*

Por medio de un simulador físico o phantom cilíndrico se establecen parámetros de calidad de la imagen para evaluar la precisión y las dosis absorbidas producidas por un Tomógrafo Computarizado (CT) por medio de la formación de imágenes en la adquisición de los cortes tomográficos. Los parámetros de la imagen diagnóstica se evalúan de acuerdo a los elementos que componen el simulador físico. Se diseñó y construyó el simulador bajo las recomendaciones de protocolos de control de calidad en CT. Inicialmente se simuló en GEANT4 su geometría y se generaron planos de cortes axiales para su construcción física. Posteriormente, se establecieron las propiedades físicas como la densidad, la forma y el tamaño. Se insertaron unos huecos internos en los discos de acrílico (módulos) y se rellenaron con los

materiales seleccionados para evaluar el contraste de la imagen. Estos módulos se dividen de acuerdo a su función en la evaluación de la calidad de la imagen. El Phantom fue probado a tres centros hospitalarios en la ciudad de Tunja, donde se obtuvieron imágenes en cortes axiales. Con base en los resultados obtenidos, se intercompararon los resultados en los tres CT's y se midieron las dosis absorbidas en 5 puntos de referencia durante una adquisición estándar a nivel craneal. Los parámetros de contraste y de densidad a través de los números Hounsfield fue evaluada por medio de un software especializado y se estableció el rango de tolerancia de cada parámetro evaluado. Actualmente, se ha creado un protocolo de control de calidad de la imagen para los CT's para ser implementado de acuerdo a las exigencias de la resolución 9031 del Ministerio de la Protección Social.

hernan.olaya@uptc.edu.co

**Palabras claves:** simulador físico, imagen diagnóstica, tomografía computarizada, números hounsfield.

BF358P

**SIMULACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL  
COMPORTAMIENTO DEL CAMPO MAGNÉTICO  
GENERADO EN UN EQUIPO DE RESONANCIA  
MAGNÉTICA CON CAMPO MAGÉTICO TERRESTRE  
ADECUADO CON IMANES PERMANENTES**

*Sandra Catalina Urueña Martínez - Universidad Nacional de Colombia  
Andrea Johanna Espinosa Alfonso - Universidad Nacional de Colombia  
Luis Agulles Pedrós - Universidad Nacional de Colombia*

La resonancia magnética se ha convertido en un instrumento significativo para el diagnóstico en medicina gracias a la buena información anatómica que brinda. Esta técnica ofrece muchas posibilidades y herramientas de gran utilidad y variedad en distintos aspectos, sin embargo los altos costos de los dispositivos hacen difícil el acceso a los servicios relacionados con ella. Es importante entonces explorar la posibilidad de construir y usar mecanismos más asequibles que cubran las mismas necesidades con costos menores, para ello una opción son los equipos con campos magnéticos bajos apropiados que no requieren infraestructura tan elaborada y permiten realizar tareas como las de equipos convencionales y obtener imágenes de calidad como las que actualmente se obtienen con ellos. Con el propósito de estudiar estas nuevas posibilidades se realizó una simulación con métodos de elementos finitos para evaluar el comportamiento del campo magnético producido al adecuar un equipo de resonancia magnética llamado Magritek Terranova, que hace uso del campo magnético terrestre, con un conjunto de imanes permanentes de neodimio a fin de definir una zona de campo magnético homogéneo en la cual sea posible realizar estudios. Esta simulación mostró la configuración apropiada para la adecuación del equipo real.

scuruenam@unal.edu.co

**Palabras claves:** resonancia magnética, campo magnético bajo, método de elementos finitos, imanes permanentes.

## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO CITOTÓXICO DE NANOLAMINADOS DE [AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZNO]<sub>n</sub> OBTENIDOS POR DEPOSITO POR CAPA ATÓMICA

*Diana Marcela Osorio - Grupo de Películas Delgadas, Universidad del Valle, Cali, Colombia*

*Javier Lopez - CONACYT-Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ensenada, B.C, México*

*Julio Caicedo - Grupo de Tribología Metalurgia de Polvos y Procesamiento de Residuos Sólidos, Universidad del Valle*

*Oscar Gutierrez - Grupo de Farmacología, Escuela de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia*

*Gustavo Zambrano - Grupo de Películas Delgadas, Universidad del Valle, Cali, Colombia*

*Wilson Lopera - Grupo de Películas Delgadas, Universidad del Valle, Cali, Colombia*

*Hugo Tiznado - Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ensenada, B.C, México*

En este trabajo se evalúa el comportamiento biocompatible de nanolaminados en multicapas [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnO]<sub>n</sub> obtenidos por deposición de capa atómica (ALD), a partir de los precursores trimetil aluminio y dietil zinc, a temperatura constante de 200 °C. Se depositaron monocapas y multicapas sobre acero inoxidable 316L y silicio con orientación (100), variando el periodo de la bicapa en n=1, 2,5, 10 y dejando un espesor total constante de 200 nm. Los nanolaminados de [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnO]<sub>n</sub> fueron caracterizados por difracción de rayos x (XRD) en incidencia rasante a 2°, reflectividad, microscopia de fuerza atómica (AFM) y microscopia electrónica de barrido (SEM). Posteriormente se evaluó el comportamiento citotóxico empleando un kit de detección de



citotoxicidad LDH (lactate dehydrogenase) Roche, donde se pudo observar el comportamiento biocompatible de todas las películas al interactuar con células CHO (chinese hamster ovary), mostrando una citotoxicidad con respecto a los aceros sin recubrir, que está entre 0% y 35% para la monocapa de ZnO y las multicapas de  $[Al_2O_3/ZnO]_n$ , respectivamente. Esto sugiere, que para efectos de aplicación de los nanolaminados de  $[Al_2O_3/ZnO]_n$  como biomateriales, se debería dejar el ZnO como capa superior en contacto con el medio biológico. El anterior resultado se confirma con el análisis por microscopía electrónica de barrido al evaluar la adherencia celular de los nanolaminados al acero, después de 48 horas de terminado el ensayo de citotoxicidad.

osorio.diana@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** ald,  $Al_2O_3$ , zno, citotoxicidad, nanolaminados.

BF3970

## PLEGAMIENTO ANÓMALO DE PROTEÍNAS PRECURSORAS DEL ALZHEIMER A PARTIR DEL MODELO DE TRANSICIÓN CONFORMACIONAL CUÁNTICA

*Fabian Alexander Ramirez Cañon - Universidad Distrital Francisco Jose de  
Caldas*

Diferentes estudios realizados sobre el trastorno neurodegenerativo progresivo denominado enfermedad de Alzheimer (EA), revelan que, agregados fibrilares insolubles llamados amiloides conducen a la formación de placas neuríticas que afectan la memoria y todas

las funciones cognitivas (Lopera, 1999). La acción consecutiva de las enzimas betasecretasa (BACE) y el complejo de la gamma-secretasa, sobre la proteína precursora de amiloide (PPA) desencadenan la proteína precursora  $\beta$ -amiloide a partir de plegamientos anómalos. Trabajos previos realizados por Liaofu Luo han demostrado a partir de resultados experimentales que el plegamiento de proteínas es esencialmente una transición cuántica entre estados conformacionales (Luo, 2009). Por lo cual se establece que en un plegamiento anómalo de proteínas, el estado electrónico no cambia durante proceso de transición, obteniendo así, una deducción general para la energía de plegamiento anómalo de las proteínas precursoras del Alzheimer, que permita comprender su dinámica, y de este modo obtener una descripción cuántica de la naturaleza de esta enfermedad. Finalmente, se espera que el razonamiento expuesto pueda ser comprobado en futuras investigaciones.

fisicofabian@gmail.com

**Palabras claves:** enfermedad de alzheimer, plegamiento anómalo de proteínas, transición cuántica de estados conformacionales.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO BIOFÍSICO DE PELÍCULAS INTERFACIALES DE SURFACTANTE PULMONAR SOMETIDAS A CICLOS DE COMPRESIÓN EXPANSIÓN.

*Angela Johana Riaño Rivera - Pontificia Universidad Javeriana*  
*Olga Lucia Ospina Ramirez - Pontificia Universidad Javeriana*

Se realizó un estudio y análisis biofísico de surfactante pulmonar, la cual es un agente tensioactivo, localizado en los pulmones de los mamíferos, y es de vital importancia durante la respiración, tanto en la defensa inmune del pulmón, como en el intercambio gaseoso, regulado por el entramado tisular y las fuerzas interfaciales. Estas fuerzas reducen la tensión superficial estabilizando la interfase aire-líquido alveolar durante el ciclo respiratorio. El estudio y análisis del comportamiento de películas de surfactante pulmonar se realizó a través de la balanza de Langmuir, que permitió hacer un acercamiento in vitro del estudio de las características biofísicas de actividad interfacial de películas de surfactante pulmonar sometidas a procesos de compresión-expansión. Estos ciclos isotérmicos, permitieron evaluar la relación entre la presión superficial ( $\pi$ ) en función del área superficial (A), temperatura (T), masa (m) y velocidad de compresión (v). La evaluación de los ciclos se realizó a partir del estudio de la histéresis al momento de compresión-expansión de una película de surfactante pulmonar. Este análisis permitió un soporte a la hipótesis de que a menor masa de SP ( $10\mu\text{g}$ ), se requiere un mayor costo energético debido a la necesidad de un mayor porcentaje de compresión de la película

interfacial, puesto que no se alcanza a llegar a valores de presión superficial cercanos a  $\pm 72 \text{ mN/m}$ , siendo los valores de presión alcanzados de  $\pm 45 \text{ mN/m}$  para un trabajo interfacial de  $22, 4 \times 10^{-6} \text{ J}$  y un porcentaje de compresión de 90 %. Esto proporciona las bases biofísicas de la caracterización in vitro de películas interfaciales de surfactante pulmonar de origen porcino obtenido en Colombia.

angela-riano@javeriana.edu.co

**Palabras claves:** fenómenos interfaciales, surfactante pulmonar, tensioactivo, tensión superficial, ciclos isotérmicos, presión superficial, histéresis.

BF4410

## ELECTRODEPOSICION DE HAP SOBRE ACERO AISI 316L POR MEDIO DE TECNICAS VOLTAMPERAMETRICAS

*Stefania Daza Vargas - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*  
*Sara Isabel Jaramillo - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*  
*Belarmino Giraldo Segura - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales -*

En este trabajo se depositaron recubrimientos de Hidroxiapatita obtenidos de manera natural (porcino) y otra sintética sobre sustratos de acero AISI 316L utilizando el proceso de electrodeposición por medio de un Potenciostato debido a que permite mejorar las características en la utilización en implantes médicos como la biocompatibilidad, las propiedades mecánicas y físicas compatibles con función específica en el cuerpo (humano o animal), resistentes a la fatiga durante aplicaciones de carga

cíclicas y la osteointegración. Se empleó la técnica de voltametría cíclica debido a que proporciona información cualitativa sobre la estabilidad de los estados de oxidación y la cinética de transferencia de electrones de un sistema redox. Esta técnica es susceptible a cambios de concentración en el electrolito, temperatura limpieza del electrodo, montaje para el procedimiento por lo que no es muy útil para hacer cuantificaciones pero debido a esta susceptibilidad en cuanto a sus parámetros es la que la hace muy útil para estudiar procesos electroquímicos complejos. Para el proceso se utilizó hidroxiapatita sintética y Natural (Porcino) a 25% p/p. Como resultados preliminares se encontró que en las curvas voltamperométricas cíclicas de la HAp Sintética y HAp Natural presentaron una región en el proceso de obtención de recubrimientos De HAp 0,85 v a -1,28 v y -0,67 a 0,5 respectivamente. Se caracterizó por medio de XRD donde se encontraron los picos asolapados característicos del acero 316L y fosfato de calcio dando certeza de que durante el procedimiento si se llevó a cabo la realización de una película del material cerámico sobre el metálico.

sdazav@unal.edu.co

**Palabras claves:** electrodeposición, hidroxiapatita, voltametría cíclica.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## USE OF FRACTALS AND SCALING ANALYSIS IN THE STUDYING OF ASTROCYTOMAS

*Francisco José Torres Hoyos - member of the physics mathematics in biomedicine consortium*

*Juan Raul Vergara Villadiego  
Ruben Baena Navarro*

Tumor growth can be characterized by using scaling analysis methods performed upon the tumor interface; the procedure yields key parameters that define growth geometry according different universality classes. In the present work, results obtained by scaling analysis are shown for tumor astrocytomas, of primary origin, i.e, pilocytic, diffuse and anaplastic, is used to calculate fractal dimension and local roughness exponents to characterize in vivo 3-D tumor growth. Image acquisition was made according to the standard protocol used for brain radiotherapy and radiosurgery, i.e., axial, coronal and sagittal magnetic resonance T1-weighted images, and comprising the brain volume for image registration. Image segmentation was performed by the application of the k-means procedure upon contrasted images. For this it is identified, in the image, the area it corresponds completely to the tumor, giving so the exact limits where the functions following must carry out your corresponding operations. One time the images have been binarized, according to the K- means method, it is applied on the objects of interest a combination of morphological operators of erosion and dilation, those which permit eliminate small structures and fill up or close present hollows in the volume of interest. In order to obtain the points of the belonging surface to the tumor

interface-host, an algorithm was developed, of way such that preserves so much the classification of the voxels, according to the k- means method, as also the geometric characteristics in the interface.

franciscotorreshoyos@gmail.com

**Palabras claves:** astrocytomas, fractal dimension, tumor growth, scaling analysis.

BF511O

## **RADIOBIOLOGIA EN HACES DE IONES PESADOS: RETOS Y PROMESAS**

*Gonzalo Alfonso Cabal Arango - Clinica El Rosario*

Entre 1950 y 1980 se llevaron a cabo estudios clínicos y radiobiológicos en el Lawrence Berkeley National Laboratory que hacían uso de haces de iones de pesados y cuyos prometedores resultados motivaron el surgimiento de programas de investigación y puesta en servicio de lo que hoy se conoce como radioterapia con hadrones. A pesar de hacer uso de tecnología de punta, el entendimiento de los mecanismos de acción radiobiológica de estos haces es aún precario. Los planes de tratamiento de radioterapia con tales haces son dependientes del tipo de modelo que se use para caracterizar la acción de la radiación sobre el tejido tumoral y el tejido sano. Esta dependencia ha llevado a que en diferentes centros de radioterapia se utilicen modelos radiobiológicos diferentes y no haya habido un consenso internacional sobre el modelo radiobiológico a utilizar. El presente trabajo presenta los

desarrollos que durante los últimos 30 años han llevado a tal discrepancia y las propuestas del autor para superar las contradicciones existentes y lograr un mejor entendimiento de los efectos de este tipo de radiación en tejidos sanos y tumoral.

gonzalo.cabal@gmail.com

**Palabras claves:** radiobiología, radioterapia, hadronterapia.

BF514P

## **IMPORTANCIA DE LA DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ABSORBIDA EN RAYOS X: LÍMITES DE DOSIS - NIVELES DE REFERENCIA DIAGNÓSTICO**

*Angie hernandez - universidad distrital-francisco jose de caldas  
Esperanza infante - universidad distrital-francisco jose de caldas*

El empleo de rayos X con fines de diagnóstico permiten determinar tempranamente una lesión y/o una anomalía a un bajo costo lo que ha llevado a incrementar su uso en el área médica sin desconocer el riesgo para el paciente, el cual se encuentra justificado al venir asociado a un claro beneficio. Desde la perspectiva de la protección radiológica no son aplicables los límites de dosis a los pacientes, por lo que surgen entonces los siguientes interrogantes ¿bajo qué parámetro evaluar si las dosis de radiación que recibe el paciente en un tratamiento están asociadas a una buena práctica? ¿Cómo establecer este parámetro? En este trabajo se presenta una evaluación del concepto de niveles de referencia diagnóstico, a partir de la cual se identificó la necesidad de que los centros de radiodiagnóstico implementen mecanismos para determinar la



dosis administrada a los pacientes. Llevar a cabo esta labor promueve la evaluación de los protocolos existentes, identifica las prácticas anómalas, y verifica la calidad de la imagen; aspectos que de manera conjunta contribuyen a la protección radiológica del paciente.

anlhernandezc@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** rayos x diagnóstico, dosis absorbida, niveles de referencia diagnóstico.

BF515P

## **DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ABSORBIDA EN RAYOS X DIAGNÓSTICO**

*Tatiana Quevedo - Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas*  
*Esperanza Infante - Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas*

Determinar la dosis de radiación absorbida por el paciente en un procedimiento de radiodiagnóstico permite establecer si este último ha sido diseñado en el marco de la optimización y de la protección radiológica del paciente; Esto implica contar con un protocolo que permita evaluar la dosis de radiación tanto en superficie como a diferentes profundidades. De acuerdo con lo anterior se diseñó e implementó un protocolo que involucra el uso de un fantoma de tejido equivalente y como detectores se emplearon dosímetros termoluminiscentes (TLD). El diseño multicapa del fantoma, permitió evaluar la uniformidad de la dosis a 0, 2, 4, 6 y 8 cm de profundidad; los resultados obtenidos se encuentran acorde con los niveles de referencia diagnóstico

establecidos por la Comisión Europea de Radioprotección; se espera que este protocolo sea implementado por diferentes centros de radiodiagnósticos en el marco de su programa de garantía de calidad.

ytquevedob@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** dosis, fantoma de tejido equivalente, rayos x.

BF516P

## **CAPACITACIÓN EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA COMO UN MECANISMO PARA DISMINUIR LA DOSIS DE RADIACIÓN EN APLICACIONES MÉDICAS.**

*Estefania Calderón Mariño - Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas*  
*Esperanza Infante - Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas*

El empleo de radiaciones ionizantes en el área médica implica un riesgo para el trabajador ocupacionalmente expuesto, así como para el paciente y el público en general; desde esta perspectiva es necesario conocer los peligros asociados al manejo tanto de fuentes radiactivas como de equipos emisores de radiaciones ionizantes, así como los mecanismos de protección y las normas para una manipulación adecuada. La normatividad colombiana establece la necesidad de brindar capacitación al personal ocupacionalmente expuesto, sin embargo, no hay claridad frente a los tiempos, las metodologías y las temáticas que deben ser tratadas. En este trabajo se presenta una propuesta para la capacitación del personal que trabaja en centros de radiodiagnóstico empleando para ello tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como un

mecanismo que facilite la apropiación de los conceptos y el fortalecimiento de redes académicas. Desde esta perspectiva se proponen unidades didácticas que permiten simular situaciones reales asociadas a los aspectos operativos de la protección radiológica: distancia, tiempo y blindaje, a fin de evaluar como la modificación de estos parámetros contribuyen a la protección tanto de trabajadores, como de pacientes y público en general. De otro lado para trabajar aspectos como la justificación y la optimización de la dosis se plantea el empleo de herramientas como Pow Toon.

tefanyac@gmail.com

**Palabras claves:** capacitación, trabajador ocupacionalmente expuesto, tic.

BF5240

## **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA IMAGEN DIAGNÓSTICA EN RAYOS X CONVENCIONALES.**

*Caterine Farfan  
Pilar Infante Luna*

El estudio de las imágenes diagnósticas se ha convertido en una herramienta útil para el diagnóstico de enfermedades, lesiones y/o anomalías, permitiendo que haya una fácil identificación y un tratamiento oportuno a seguir. No obstante es necesario garantizar la calidad de la imagen, la cual se puede ver afectada por diversos factores, algunos externos y otros asociados al equipo empleado para el diagnóstico, alterando la información allí contenida

haciéndola poco confiable para el médico tratante. En este trabajo se presenta un protocolo de control de calidad en el que se evaluaron los elementos asociados al equipo: Haz de radiación y parámetros de operación, y la calidad de la imagen: Contraste, Uniformidad y resolución, confirmando que esté dentro de los niveles de tolerancia recomendados, a partir de la elaboración de unos prototipos (cuña escalonada, perfiles radiopacos y cilindro PMMA) que permitieron la medición de dichos factores.

caterinefarfan@gmail.com

**Palabras claves:** imágenes, rayos x diagnóstico, contraste, uniformidad, resolución, fantoma de tejido equivalente.

BF5630

## SEGMENTACIÓN DE VOLÚMENES CARDIACOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA USANDO LA TRANSFORMADA DE HERMITE Y UN CONJUNTO DE NIVEL CON RESTRICCIÓN DE FORMA

*Leiner Barba-J - Universidad Popular del Cesar*

*Cesar Torres Moreno - Universidad Popular del Cesar*

*Boris Escalante-Ramírez - Universidad Nacional Autónoma de México*

Los volúmenes de resonancia magnética (RM) constituyen una de las principales herramientas para detectar anomalías cardiacas y defectos en el funcionamiento del corazón. Cada volumen consiste de un conjunto de imágenes, las cuales codifican información anatómica del corazón desde su base hasta el ápex. En este trabajo, se presenta un método de segmentación aplicado al análisis del

ventrículo izquierdo en volúmenes de RM adquiridos usando vistas de eje corto. La segmentación se lleva a cabo a través de un contorno activo para el cual se ha diseñado un funcional de energía compuesto por varios términos. El funcional depende de algunas características contenidas en las imágenes como las intensidades y los bordes. Estas guían la evolución del contorno activo y son analizadas y extraídas usando la transformada de Hermite. Adicionalmente, el funcional propuesto incluye restricciones geométricas que limitan la deformación del contorno, ayudando a mantener una forma definida durante el proceso de segmentación. El funcional es implementado usando conjuntos de nivel. El método es evaluado sobre volúmenes de RM con diferentes características. El ventrículo izquierdo es analizado desde la base hasta el ápex y en diferentes etapas del ciclo cardiaco. La distancia de Hausdorff modificada y el coeficiente de Dice son las métricas de desempeño empleadas para evaluar método propuesto.

barba.leiner@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** contornos activos, transformada de hermite, segmentación, resonancia magnética cardiaca.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES DE ULTRASONIDO DEL CORAZÓN FETAL USANDO MODELOS DE FORMAS ACTIVAS Y LA TRANSFORMADA DE HERMITE

*Lorena paola vargas quintero - universidad popular del cesar*

*Cesar torres - universidad popular del cesar*

*boris escalante ramírez - universidad nacional autónoma de méxico*

*Mario guzmán huerta - instituto nacional de perinatología de méxico*

*lisbeth camargo marín - instituto nacional de perinatología de méxico*

En este trabajo se presenta un esquema de segmentación aplicado al análisis del ventrículo izquierdo en imágenes de ecocardiografía fetal como método de ayuda en la detección de anomalías durante la etapa gestacional. La información que se encuentra en este tipo de imágenes es esencial para el análisis de la función cardiaca fetal. Sin embargo, este tipo de imágenes presentan diferentes problemas que dificultan su interpretación. Entre estos se encuentran los patrones de speckle, la perdida de contornos, la baja calidad y el bajo contraste, los cuales hacen difícil un adecuado diagnóstico por parte de los especialistas. Por tal razón, se utiliza un método de filtrado basado en un esquema multiresolución que permite mejorar la calidad de la imagen y por ende la segmentación. Para este filtrado, se utilizan los coeficientes de la trasformada de Hermite. Posteriormente, la segmentación es llevada a cabo a través de un modelo de forma activa, el cual hace uso de un esquema de entrenamiento previo donde se codifica información específica del tipo de objeto que se desea analizar. La evaluación del método propuesto es validada usando diferentes métricas que permiten

comparar el desempeño con otras técnicas aplicadas a este tipo de imágenes cardiacas fetales.

vargas.lorena@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** ecocardiografía, modelo de forma activa, transformada de hermite.

BF582P

## **FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES A BASE DE GRAFITO OXIDADO CON POSIBLE APLICACIÓN COMO BIOUSENSOR DE PARÁMETROS SANGUÍNEOS**

*Vanessa yanza lopez - Universidad del cauca  
miguel dario orocho ordoñez - Universidad del cauca  
Jhon Jairo Prias Barragan - Universidad del quindío  
Johan Manuel Zuniga Collazos - Universidad del cauca*

Se fabricaron dispositivos semiconductores con características de efecto de campo (FE) a base de grafito oxidado depositado sobre un sustrato aislante y flexible. El grafito oxidado (GO) fue obtenido mediante la técnica de pirolisis a partir de la guadua *Angustifolia Kunth* y caracterizado a través de DRX. La película de grafito oxidado se comporta como un semiconductor extrínseco tipo p de modo que los dispositivos en estudio se denominarán de canal p. Tres electrodos fueron construidos al depositar indio (In – 99,99%) sobre el grafito oxidado mediante evaporación al vacío. Los dispositivos fueron sometidos a caracterización eléctrica al conectar sus electrodos a fuentes de voltaje y corriente continua,

obteniéndose una familia de curvas características que presentan una notable variación cuando hay contacto entre la sangre y el GO.

miguelorozco@unicauca.edu.co

**Palabras claves:** grafito oxidado.

BF5920

## **ESTABILIZACIÓN DE MOVIMIENTO EN SECUENCIA DE IMÁGENES ULTRASÓNICAS DE LA ANATOMÍA OCULAR A TRAVÉS DE TÉCNICAS BASADAS EN INFORMACIÓN MUTUA**

*Walter Serna Serna - Instituto de Epilepsia y Parkinson del Eje Cafetero*

*Gustavo Adolfo Ospina Torres - Instituto de Epilepsia y Parkinson del Eje Cafetero*

*Genaro Daza Santacoloma - Instituto de Epilepsia y Parkinson del Eje Cafetero -*

La posibilidad de realizar medidas cuantitativas de densidades y flujos a partir de ecografía, color Doppler y demás modalidades de registro de imágenes por ultrasonido ha abierto las puertas a la automatización de procesos para la implementación de tareas de monitoreo o para la estimación indirecta de otras variables fisiológicas en el ejercicio del diagnóstico clínico. Sin embargo, la dinámica de las estructuras anatómicas, el movimiento involuntario del paciente y la manipulación de sonda ultrasónica por parte del especialista hace que las imágenes adquiridas sean difíciles de procesar. Como caso específico, la medición de una curva de velocidades de flujo en una región de interés se ve afectada por los desplazamientos de la sonda y la pérdida de la referencia inicial durante el tiempo de captura. En el presente artículo, se presenta



una metodología para la compensación del movimiento en secuencias de imágenes de ecografía y de color Doppler a través del registro espacial de imágenes basado en la minimización de la información mutua, que a la vez se define a partir de las entropías de cada imagen y de la entropía conjunta. El método es probado sobre imágenes capturadas sobre la anatomía de la cuenca ocular con el fin de obtener medidas estables de la curva de velocidad de la sangre a través de la arteria oftálmica. Esta implementación es importante debido a que sirve como base para el estudio de la dinámica de fluidos en la vasculatura cerebral para la creación de un sistema que permita evaluar de forma indirecta la presión intracraneal de manera no invasiva.

walter.serna@neurocentro.com.co

**Palabras claves:** registro espacial, procesamiento de imágenes, teoría de información, optimización información mutua.

BF596P

## **CALCULO DE LA DOSIS ABSORBIDA POR UN FANTOMA DE PMMA EN RADIODIAGNOSTICO UTILIZANDO EL SOFTWARE GATE**

*Brayan Villalobos - UNIVERSIDAD DISTRITAL-FRANCISCO JOSE DE CALDAS*

*Esperanza Infante - UNIVERSIDAD DISTRITAL-FRANCISCO JOSE DE CALDAS*

La determinación de la dosis absorbida en tratamientos de radiodiagnóstico tradicionalmente se realiza empelando fantomas y detectores (dosímetros termoluminiscentes y/o cámaras de

ionización), pero los avances en tecnología han permitido que a través de las simulaciones se puedan obtener los mismos datos. Desde esta perspectiva es posible emplear diferentes software como es el caso de GATE, el cual fue adaptado inicialmente para determinar la dosis absorbida en tratamientos de medicina nuclear a partir de simulaciones Montecarlo y actualmente se emplea en diferentes aplicaciones de las radiaciones ionizantes. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al emplear GATE para determinar la dosis que recibiría por el paciente, tanto en superficie como a diferentes profundidades, cuando es sometido a un procedimiento de radiodiagnóstico con rayos X convencionales, simulando como blanco un fantoma de tejido equivalente y para la determinación de las dosis en superficie y a diversas profundidades se utilizan detectores dosimétricos en cada una de las diferentes capas que componen el fantoma. El espectro de radiación se calcula teniendo en cuenta los parámetros del equipo (kilovoltaje, miliamperaje, características del ánodo), el haz de radiación es considerado cónico y proveniente de una fuente puntual. Los resultados obtenidos se correlacionan con mediciones realizadas “in situ” empleando los mismos parámetros que la simulación (equipo, blanco y detector) validando los datos obtenidos, además se determina la relación entre el tiempo de exposición y la dosis recibida. La metodología implementada permite analizar y optimizar los protocolos de obtención de la imagen con el fin verificar el cumplimiento de los niveles de referencia diagnóstico.

blvillalobosr@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** gate, rayos x diagnóstico, dosimetría, fantoma de tejido equivalente, simulación.

## COMPARACIÓN DE GEOMETRÍAS SIN LA TÉCNICA CAD Y CON LA TÉCNICA CAD EN GEANT4: ESTUDIO DE INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.

*Isabel Alejandra Morales Salamanca - Universidad Distrital Francisco José Caldas*

*Jorge Nicolás Torres Rodríguez - Universidad Distrital Francisco José Caldas*

Una de las plataformas de simulaciones comunes en la física de altas energías es Geant4: conjunto de librerías en C++ desarrolladas para simular el paso de partículas a través de la materia. El alcance de Geant4 no se limita solo a altas energías, en la actualidad se emplea en áreas transversales a la física como la medicina. Esta inclusión en otras áreas del conocimiento donde la información visual es fundamental, ha exigido el mejoramiento de los métodos de visualización en Geant4. Recientemente la técnica en el diseño asistido por computador (CAD del inglés Computer Aided Design) ha sido propuesta para ser utilizada en Geant4; la simplicidad del concepto junto con el nivel de madurez de la técnica, hacen de su implementación en Geant4 una contribución provechosa en el mejoramiento visual. Este trabajo evalúa los efectos de interacción electromagnética desde dos perspectivas: formas geométricas implementadas en Geant4 sin la técnica CAD y geometrías desarrolladas con la técnica CAD e incluidas en Geant4.

iimoralezs@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** geant4, geometrías, cad, interacción electromagnética.

BF610P

## **STUDY OF SENSIBILITY FOR A NEW GAMMA-MRI COMPATIBLE DETECTOR USING MONTE CARLO SIMULATIONS**

*Andrea Abril - Universidad Nacional de Colombia  
Luis Agulles Pedrós - Universidad Nacional de Colombia*

Up today, hybrid nuclear medicine image systems integrate two techniques: X-ray based or MRI for anatomic images and PET for the functional ones [1]. These systems need instrumentation susceptible to be interfered and to interfere with the MRI signal during the photon-charges conversion process in the photomultiplier. We propose a hybrid system whose main characteristic is that the gamma image is obtained by MRI [2,3] (patent pending). The detector is based on a radiosensitive gel whose absorbed radiation produces chemical changes. These changes are linearly dependent on T2 relaxation time [4]. We explore the capabilities of the gamma detector gel to be used as a hybrid image technique by GEANT4 Monte Carlo simulations of the radiation process and statistical noise on radiation MRI images. We will present in this work the preliminary designs using two different collimators, comparing the limits and optimal conditions of sensibility as a function of the absorbed dose and SNR in the MRI. References: [1] Andrew B. Rosenkrantz, Kent Friedman, Hersh Chandarana, et al. Current Status of Hybrid PET/MRI in

Oncologic Imaging American Journal of Roentgenology. 2016;206: pp 162-172. [2] L. Agulles-Pedrós and A. Abril One dimensional spatial resolution optimization on a hybrid low field MRI-gamma detector AIP Conference Proceedings (2016) 1753, 080020; [3] A. Abril and L. Agulles-Pedrós 2D dose distribution images of a hybrid low field MRI- $\gamma$  detector AIP Conference Proceedings (2016) 1753, 080012; [4] C Baldock. Topical review: Polymer gel dosimetry, The Journal of Physics Medical Biology, 2010 Feb 11th; 55(5): R1–R63.

ajabrilf@unal.edu.co

**Palabras claves:** mri gamma detector medical images.

EF180

## LA SUPERCONDUCTIVIDAD; UNA EXPERIENCIA SIGNIFICATIVA EN LA ENSEÑANZA DE TEMAS CONTEMPORÁNEOS DE LA FÍSICA

*Cristhian Camilo Ramírez Mendez - Universidad Pedagógica Nacional*

El papel de las ciencias en las sociedades actuales es crucial, en sus relaciones con la tecnología impacta la cultura y plantea retos a la educación. Por eso resulta pertinente para los profesores de física las siguientes preguntas: ¿para que enseñar ciencias? ¿Qué ciencia enseñar? y ¿Cómo enseñarla? Buscaremos dar respuesta a dichas preguntas, por medio de una educación basada en la relación existente entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), de esta forma se intenta acercar al estudiante a una educación en ciencias que reconozca su realidad y tenga en cuenta los desarrollos

de la física. Con tal fin, nos basaremos en los estudios previos de OSTERMMANN y MOREIRA (2000), que hablan de la importancia de enseñar la física moderna en la educación media y el papel del maestro en el aula en dicha tarea. Así, se propone la implementación de una unidad didáctica que, a partir de una aproximación al electromagnetismo (magnetismo, inducción electromagnética, conductividad eléctrica) involucre a los estudiantes en algunos tópicos de la física moderna como lo es la superconductividad. Esta aproximación permite explorar las relaciones CTS por todos sus grandes avances en las tecnologías modernas, y de tal forma establecer un puente entre la física clásica y la física moderna.

dfi\_cramirez687@pedagogica.edu.co

**Palabras claves:** superconductoividad, mundo moderno, ciencia, tecnología, sociedad, cultura.

EF29P

## **FÍSICA Y MÚSICA: ANÁLISIS DEL TIMBRE, A PARTIR DE LA FORMALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE ARMÓNICO EN EL SAXOFÓN**

*Lina Puentes - Universidad Pedagógica Nacional*

La enseñanza de la física proyecta, analiza, un medio de saberes pedagógicos, al momento de tratar la actividad científica como un fundamento dado a esta formación. Pero claramente, en medio de la experiencia se logra evidenciar que estos saberes se adquieren, pero no se explotan de una manera diferente en el aula desde la

enseñanza media, básica y universitaria. Como lo afirma Ayala (1992): “La disociación entre la actividad científica y sus productos han llevado asumir la ciencia como un cuerpo de hechos, conceptos, leyes, teorías, y técnicas, etc.; convirtiendo a ‘los contenidos’ en el eje de enseñanza. Dado el acelerado desarrollo de las ciencias en el presente siglo, tal enfoque ha introducido una problemática de muy difícil solución, que reviste características especiales en el caso de la enseñanza de la física” Por lo tanto, el papel de la enseñanza de la física y los docentes, deben llevarse a la reimplantación, es decir, dejar de lado de los patrones establecidos al momento de esperar respuestas en medio de una propuesta para la clase, donde este mismo premia o castiga sin dar espacio para soluciones creativas, sin tener en cuenta la necesidad de los estudiantes y sus capacidades. En ese sentido, se analiza, la importancia de organizar un medio disciplinar donde el papel docente este dado a nuevos retos, y genere espacios proporcionados a la integridad tanto social, artística, cultural, sin desmeritar los aspectos relevantes en la enseñanza de la física como lo son, la formulación de hipótesis, y la búsqueda constante de explicaciones. Por ello, se recalca la importancia de llevar estos aspectos directamente a aulas con diferentes contextos, desde coyunturas epistemológicas, enseñanza-aprendizaje y relación sujeto-objeto. Para este proyecto de investigación, se reflexiona la formalización como el desarrollo del pensamiento, a partir de la organización de la experiencia del educando, permitiendo la construcción de conocimiento en medio de relaciones dadas a fenómenos físicos, donde se pueda establecer las diferentes formas de analizar y de proceder en otros contextos. Sin aislar, la formalización matemática de dichos fenómenos, por lo tanto, se resalta la

necesidad que los educandos edifiquen conceptos según la experiencia para la construcción de magnitudes.

liina.puentes@hotmail.com

**Palabras claves:** formalización, experiencia, interpretación de saberes.

EF40P

## **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO CON APLICACIÓN MÓVIL PARA LA ENSEÑANZA DEL FENÓMENO DE DIFRACCIÓN**

*Eberto Benjumea - Universidad Popular del Cesar*

*Jose Aragón - Universidad Popular del Cesar*

*Duber Avila - Universidad Popular del Cesar*

*Cesar Torres - Universidad Popular del Cesar*

Los equipos de laboratorio de física comúnmente usados para la enseñanza del fenómeno de difracción son generalmente costosos dada su naturaleza robusta que busca minimizar la ocurrencia de errores de medición. Este artículo trata sobre el diseño y fabricación de un sistema usado para la enseñanza del fenómeno de difracción por espectrometría óptica usando una rendija de difracción. El sistema desarrollado cuenta con un sistema mecánico microposicionador que fue fabricado pieza a pieza usando la impresora 3D XYZprinting da Vinci 1.0A y una aplicación móvil para dispositivos Android programada bajo la plataforma App Inventor 2 que permite determinar la longitud de onda de una fuente de luz, lo que permite garantizar una mejor aprehensión de este fenómeno físico por parte de los estudiantes. Este sistema fue



construido a bajo costo en relación con los equipos usados en los laboratorios de física permitiendo unos niveles de precisión de 2,51 mm. El sistema fabricado podría mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.

elbenjumea@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** difracción, enseñanza de la física, impresión 3d, aplicaciones móviles.

EF41P

## RELACIÓN FÍSICO-MATEMÁTICA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA ¿OBSTÁCULO O HERRAMIENTA?

*Paola Andrea Alborno: Villalobos - Universidad Pedagógica Nacional*

En diferentes contextos educativos -tanto en educación media como a nivel universitario- se observan deficiencias en los procesos de aprendizaje en torno a ciertos fenómenos naturales. Usualmente los estudiantes no logran articular las implicaciones físicas con los desarrollos matemáticos inherentes a su formalización, con lo cual no se alcanza una comprensión integral del fenómeno y se termina asumiendo los procesos matemáticos únicamente como una herramienta de las Ciencias, lo que conlleva a que en la mayoría de los casos estos procesos sean concebidos por el estudiante como un obstáculo innecesario en su proceso de construcción de conocimiento. “La dificultad en el punto de unión entre 'lo físico y lo matemático' quizá quedaría eliminada cuando se considere que no se trata de unir formas de conocimiento radicalmente diferentes” (Ayala, Garzon, & Malagon , 2007, pág.

40). El pensar como docentes en formación en el sentido de guiar al estudiante para que logre dar cuenta de esa relación (físico-matemática), siendo capaz de realizar una descripción en la cual haga uso del concepto físico y de la formalización matemática que esto implica -sin hacer una ruptura entre las dos formas de conocimiento- es una tarea que implica mostrarle al estudiante la enseñanza de la física y la formalización matemática en conjunto. La matemática funciona como el lenguaje propio de formalización de los conceptos físicos, en ese sentido “se hace necesario entender el significado de la matematización no solo en la Física, sino también en su enseñanza, reconociendo sus alcances y restricciones.” (Vizcaino Arevalo & Terrazan, 2015, pág. 95). Se hace necesario hacer la distinción del proceso de matematización que se da tanto en la construcción y evolución de la Física, así como en su enseñanza.

dfi\_palbornoz735@pedagogica.edu.co

**Palabras claves:** lenguaje de formalizacion,matematizacion, relacion , fisico-matematica ,contextos educativos.

EF44P

## DINÁMICA DEL PÉNDULO FÍSICO SIMÉTRICO USANDO EL MÉTODO DEL POTENCIAL EFECTIVO GENERALIZADO

*José Fernando Hernández Rosso - Universidad de Córdoba*  
*Héctor Roger Maya Taboada - Universidad de Córdoba*

Este trabajo trata del estudio de la dinámica del Péndulo Físico Simétrico introduciendo un potencial efectivo generalizado, el cual además de depender de la coordenada de nutación depende paramétricamente de la energía y del momento angular. Este potencial permite una descripción unificada en el espacio de fase de los distintos modos de oscilación: modo plano, modo cónico y modo elíptico que se presentan en este sistema. Presentamos también una deducción formal de la aproximación de Allais para la precesión ápsidal del Péndulo Físico Simétrico usando la teoría de pequeñas oscilaciones alrededor del movimiento estacionario o modo de oscilación cónico. Obtenemos por último expresiones analíticas aproximadas para el periodo y la proyección de la trayectoria del modo de oscilación más general.

joseherosso2015@gmail.com

**Palabras claves:** precesión apsidal, nutación, potencial efectivo.

EF45P

## ESTUDIO DE LA DINÁMICA DEL PÉNDULO FÍSICO ASIMÉTRICO

*ROGER LENIN MAYA MARTÍNEZ - SUE CARIBE-UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA*

*HECTOR ROGER MAYA TABOADA - UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA*

*CRISTIAN EDWIN SUSA QUINTERO - UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA -*

Proponemos estudiar la dinámica del Péndulo Físico Asimétrico (PFA). Para ello vamos a desarrollar un novedoso método de aproximación usando variables canónicas, el cual explota la posibilidad de distinguir el movimiento de nutación como el

movimiento dominante en la dinámica del péndulo. Lo novedoso de nuestra propuesta se basa en modificar el Hamiltoniano del sistema con una serie de transformaciones canónicas de modo que el método permita trivializar las ecuaciones de movimiento. Esto nos permitirá obtener soluciones aproximadas en términos de funciones elementales conocidas, lo que a su vez, simplificará el análisis físico y geométrico de la dinámica de este sistema. Es importante mencionar que este sistema no posee solución analítica cerrada. De hecho la dinámica de un sólido rígido asimétrico con un punto fijo, en el campo gravitacional terrestre, es aún un problema abierto.

rlmaya0914@gmail.com

**Palabras claves:** hamilton jaconi, método del promedio, transformación canónica, péndulo físico.

EF46P

## **ESTUDIO DE LA DINÁMICA DEL PÉNDULO FÍSICO SIMÉTRICO EN UN CAMPO DE FUERZA UNIFORME**

*LUIS GUILLERMO VERGARA DUEÑA - SUE CARIBE-UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA*

*HECTOR ROGER MAYA TABOADA - UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA*

En este trabajo estudiamos la dinámica del Péndulo Físico Simétrico, para esto implementamos un novedoso método de aproximación usando variables canónicas, el cual explota la posibilidad de distinguir el movimiento de nutación como el movimiento dominante en la dinámica del sistema. Este sistema lo

estudiamos cuando se encuentra en un campo de fuerza uniforme usando el método de la vertical aparente y teoría de perturbaciones con variables canónicas esto con el fin de obtener los parámetros físicos relevantes que caractericen su dinámica. Es importante mencionar que aun en un campo de fuerzas uniformes el sistema posee solución analítica en término de funciones elípticas de Jacobi y de Weierstrass, y con la aplicación de estos métodos queremos obtener soluciones aproximadas en términos de funciones elementales conocidas, lo cual, como veremos, permite realizar un estudio cualitativo de la dinámica del Péndulo Físico Simétrico.

luisgvergara\_@hotmail.com

**Palabras claves:** nutación, variables canónicas, método de la vertical aparente.

EF710

## LA MÁQUINA DE VAPOR: UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE ÁREAS AFINES A LA TERMODINÁMICA

*Dora Liceth Salinas Cardona - Universidad Pedagógica Nacional  
Julián Camilo Hernández Martínez - Universidad Pedagógica Nacional*

Observando los libros de textos utilizados muchas veces por los profesores como guías a la hora de dar sus clases, se pudo evidenciar que la enseñanza de la física aún prioriza la enseñanza de las teorías, conceptos y ecuaciones, como herramientas de cálculo para la solución de ejercicios, dejando de lado la enseñanza de los fenómenos físicos. Lo mismo ocurre con la enseñanza de la

termodinámica, ya que por ejemplo a la máquina de vapor no se le da la importancia que requiere, solo se suele mencionar para acercar a los estudiantes al concepto de eficiencia y no se tiene de presente que está cuenta con efectos teóricos como la segunda ley y la idea de temperatura absoluta. Es por esto que se considera importante hacer uso de la historia y generar una propuesta de enseñanza haciendo uso de la maquina térmica, en este caso en una máquina que se realizará basándose en la conocida “Eolípila” de Herón de Alejandría. El interés que lleva a retomar esta máquina nace de las diferentes aplicaciones que se le pueden dar en el marco de la enseñanza de la física en general. Es por ello, que a la conocida Eolípila se le hará la adecuación de dos masas sobre los pivotes, haciendo que estas se eleven por la acción del vapor de agua y así surgir la oportunidad de vincular la enseñanza de la máquina de vapor con otras ramas de estudio de la física, ampliando los campos de experiencia y enlazando los contextos de producción con los contextos de enseñanza.

ls763431@gmail.com

**Palabras claves:** enseñanza de la física, máquina térmica, termodinámica, eolípila.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **FORMALIZACIÓN MATEMÁTICA DE LAS TEORÍAS FÍSICAS A TRAVÉS DE LAS FORMAS DIFERENCIALES HERRAMIENTA ALTERNATIVA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

*Cristian Antonio Moscoso Riaño - universidad pedagógica nacional  
Jean Paul Rodriguez Villamil - universidad pedagógica nacional*

En el marco de la enseñanza de la física, en su interpretación y formalización, se ha dispuesto de herramientas como el cálculo y la geometría para una asimilación más fructífera de los conceptos propios de esta (de la física), siendo estas de general importancia para la estructuración del aspecto matemático abstracto con el que está íntimamente ligado y que ha sido tan exigido y predominante en la formulación, aceptación, y, por tanto, en la enseñanza de toda teoría física. En el presente trabajo nos proponemos realizar una reflexión a partir de la estructura de las formas diferenciales respecto a la importancia de la geometría involucrada en la fenomenología física y en el proceso de enseñanza de esta, para dar cuenta de dicha geometría y una manipulación algebraica más sencilla en comparación al tratamiento con el cálculo vectorial tradicional, tomando como distintos operadores comunes en este cálculo, a partir de los cuales se deducen distintas formulaciones matemáticas de los fenómenos físicos, además de tomar la propuesta de las ecuaciones de Maxwell en formas diferenciales como ejemplo. Por último, se busca presentar una reflexión sobre como dicha estructura puede ser una herramienta alternativa para su implementación promoviendo su empleo en las aulas

universitarias como t3pico de fundamentaci3n en el aspecto curricular.

moscosoc6@gmail.com

**Palabras claves:** formas diferenciales, geometr3a, ense1anza de la f3sica.



## FISICA Y REALISMO MAGICO





## ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA ENSEÑAR LOS PRINCIPIOS DE LA ACÚSTICA A ESTUDIANTES CON LIMITACIONES AUDITIVAS, USANDO UN CONVERTSOR ACUSTO-ÓPTICO

*Mery Fajardo Olmedo - Institución Educativa CASD Simón Bolívar, Valledupar, Cesar, Colombia.*

*Freddy Alberto Monroy Ramírez - Universidad Nacional de Colombia*

A la población que tiene algún tipo de limitación física se le dificulta el proceso de aprendizaje, más aún cuando la formación que se imparte es la misma que para aquellos que no la tienen. De otra parte, en general los docentes tienen pocas herramientas y conocimientos especializados para orientar procesos de enseñanza con personas que tengan limitaciones auditivas, por lo tanto, surge la necesidad de buscar mecanismos, herramientas y estrategias que faciliten los procesos de enseñanza-aprendizaje con esta población estudiantil. Teniendo en cuenta lo expuesto, se cuestiona lo siguiente: ¿Cómo se podrían enseñar las características básicas de las ondas sonoras a los estudiantes con limitaciones auditivas de la institución educativa José Eugenio Martínez de la ciudad de Valledupar, Cesar en Colombia? Para lograr este propósito se diseñó una estrategia didáctica que permitió la enseñanza de las características básicas de las ondas acústicas (tono e intensidad) a partir de un dispositivo opto-electrónico diseñado específicamente para este fin, el cual realiza la conversión de una onda sonora en una onda lumínica, para establecer una relación entre los sonidos emitidos y la intensidad y color de la luz que se percibe. Los estudiantes visualizaron la relación existente entre la variación del

volumen de la onda sonora y la intensidad de la luz; la variación de la distancia de quien percibe un sonido y la intensidad de la luz; además diferenciaron los tonos de un sonido entre grave, medio y agudo, relacionándolos con la frecuencia de la luz observada, mediante la utilización del conversor acusto-óptico. Para la comunidad sorda de nuestro país se han realizado en los últimos años algunos avances que permiten de una u otra manera mejorar la calidad de vida y la educación que reciben. En mayo del 2007 la revista de Ingeniería Biomédica, de la escuela de ingeniería de la Universidad de Antioquia publicó el artículo: “Desarrollo de un sistema de audición vibrotáctil para el acceso a la música”, para lograr esto sus autores, diseñaron un dispositivo que permite evaluar la posibilidad de lograr habilidades musicales y artísticas reflejadas en la capacidad de identificación e interpretación de piezas musicales, a partir de la estimulación vibrotáctil. Para lograr esto se codificaron los archivos de sonido en estímulos táctiles[1]. En el año 2009 Alicia Ávila y Martha Navarrete, estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, presentaron en el IV Encuentro de Investigación Innovación e Ingeniería un dispositivo portátil de estimulación sensorial táctil para la percepción musical en personas con discapacidad auditiva, en este proyecto se realizó un medio de contacto entre la persona sorda y la música[2]. En el año 2014, Carolina Flórez A. y Carolina Marín H. de la Universidad de Antioquia, presentaron el trabajo de grado para optar el título de Licenciatura de Matemáticas y física: “Estrategias de enseñanza de las leyes de Newton con un enfoque visual y kinestésico”, en el cuál planteaban que los docentes tienen pocas herramientas para impartir el conocimiento a personas sordas, por lo tanto surge la

necesidad de buscar mecanismos que permitan que a estos estudiantes se les facilite el aprendizaje de los fenómenos físicos[3]. [1] A. Villa M., F. García Q., P. Castaño J. y N. Londoño J., “Desarrollo de un sistema de audición vibrotáctil para el acceso a la música”, Ingeniería Biomédica, vol. 1, n° 1, pp. 60-65, 2007. [2] Colombiaaprende; “Las personas sordas disfrutan de la música”; Ministerio de Educación Nacional; Bogotá, 2009. [3] C. Flórez A. y C. Marín H., “Estrategias de enseñanza de las leyes de Newton con un enfoque visual kinésico”; Biblioteca Digital., Medellín, 2014.

famonroyr@unal.edu.co

**Palabras claves:** acústica; tono; intensidad; dispositivo acusto-  
óptico; estrategia didáctica.

EF112P

## ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS DE VOLTAJE, CORRIENTE Y SOLUCIÓN DE CIRCUITOS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

*Leonardo Alberto Diaz Marulanda - Universidad Popular del Cesar*

*Jose Daniel Muñoz Castaño - Universidad Nacional de Colombia*

Los conceptos de voltaje y corriente son ejes centrales de todo ingeniero electrónico, tanto en su formación como en su vida profesional. No obstante, la forma en que se enseñan deja oculto el verdadero significado de constructos como la corriente del condensador o el voltaje de la bobina, y mantienen como verdades

absolutas otros conceptos, como las leyes de Kirchhoff de circuitos o la idea de que voltaje es diferencia de potencial, que sólo son válidos en casos particulares. Este trabajo presenta e implementa una estrategia diferente para construir los conceptos precisos de voltaje y corriente, y para enseñar a solucionar circuitos eléctricos utilizando dos de las leyes de Maxwell: la Ley de Conservación de la Carga y la Ley de Faraday, que toman el papel de las leyes de Kirchhoff en el caso general. La secuencia constituye una propuesta valiosa para la enseñanza del papel que juegan los campos electromagnéticos en los circuitos eléctricos a nivel universitario.

leonardodiaz@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** voltaje, corriente, leyes de maxwell, resolución de circuitos dc.

EF131P

## **TRABAJOS PRÁCTICOS: ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO, EN LA MECÁNICA DE FLUIDOS.**

*Michael Andrés Celis Calderón - Escuela Pedagógica Experimental*

Este trabajo se desarrolla a través de la pregunta: ¿Cómo los trabajos prácticos contribuyen en el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, en estudiantes de nivel 13 de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE)? Diferentes son los parámetros que pueden justificar esta investigación; es importante resaltar el espacio que cubre la práctica pedagógica en donde existen

momentos de reflexión y desarrollo de conocimiento, particularmente el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico en el contexto de la educación. Además de esto la necesidad de generar estrategias intencionadamente diseñadas, partiendo de la caracterización de la población y los espacios de trabajo en la institución. Este trabajo está constituido por la conceptualización de las habilidades de pensamiento de Sánchez (2002) y de la conceptualización pensamiento científico que plantea Martí (2009). El análisis de esta investigación fue desarrollado por medio de trabajo por proyectos, en donde se logra concluir que los estudiantes de nivel 13 construyen sus explicaciones basados en las explicaciones integradoras (Morris, 2005), logrando así desarrollar habilidades de pensamiento científico de nivel universitario.

celiscalderonma@gmail.com

**Palabras claves:** trabajos prácticos, habilidades de pensamiento, pensamiento científico, mecánica de fluidos.

EF133P

## **LA AUTODIDAXIA EN LAS CIENCIAS: UNA PROXIMIDAD A LA COMPRESIÓN DE LOS FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS, A PARTIR DE LA EXPERIENCIA**

*Diego Fernando Ojeda Acosta - Universidad Pedagógica Nacional*

Hoy en día la educación en ciencias tiene como meta desarrollar aquellas habilidades y actitudes científicas que se enmarque en la

comprensión de los fenómenos naturales, que se requiere para la formación tanto de un pensamiento científico como crítico, siendo la comprensión de las ciencias una estructura de criterios bases para las determinaciones del día a día del estudiante y su entorno. Comprensión que se desdibuja cuando limitados a los jóvenes a una práctica de laboratorio vinculada a la relación de variables, ya sea, por medio de la toma de datos o una verificación teórica de las ecuaciones que se encuentran en los libros y más si estos documento de física o química que comúnmente se usan en aula de ciencias, muestran las teorías científicas como estructuras terminadas, centrándose más en la resolución de problemas y ejercicios, lo cual no garantiza la comprensión del tópico abordado por parte del estudiante. Este escrito pretende mostrar cómo podemos acercar a estudiantes autodidactas (que se encuentran en colegios que manejen un sistema de auto-aprendizaje) a la comprensión de los fenómenos electrostáticos, a partir de una ampliación y organización de la experiencia, que modifique las nociones y/o conocimientos previos con los que viene el estudiante y que se logre dirigir por medio de la enseñanza programada en la formas en que se pensó y se construyó una teoría eléctrica. Siendo la incorporación de los estudios epistemológicos e históricos una estrategia que permita vincular el experimento y la enseñanza programada en la comprensión fenomenológica, de un auto-aprendizaje por desempeños y habilidades de pensamiento flexibles en ciencias.

dfi\_dojeda360@pedagogica.edu.co

**Palabras claves:** comprender, fenómenos electrostáticos, autoaprendizaje y experiencia.

## REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

*Carlos Leonardo Beltrán Ríos - Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander*

*Esteban Rodríguez - Semillero Física Computacional, Universidad Industrial de Santander*

*Juan Espitia - Semillero Física Computacional, Universidad Industrial de Santander*

*Daniel Borrero - Semillero Física Computacional, Universidad Industrial de Santander*

Las Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) se han convertido en una herramienta importante en el aprendizaje y la enseñanza en el aula de clase, esto debido a que los estudiantes se ven más interesados en los temas gracias a la interacción que ofrecen las Tics , como consecuencia se ha obtenido un mejoramiento en los procesos de aprendizaje de los estudiantes al permitirles una construcción guiada de los conceptos y aplicaciones de los variados temas que se imparten en los diferentes cursos de los cuales deben ser partícipes. Los estudiantes de los diferentes cursos de física, impartidos en la Universidad Industrial de Santander, manifiestan algunas dificultades que presentan en algún tema de los mismos. Entre dichos temas se encuentra el fenómeno del electromagnetismo, el cual involucra conceptos de vectores y operaciones entre los mismos, los cuales son un poco confusos debido a la imaginación espacial que estos requieren, y que también resulta ser un reto para los profesores por lo complejo que es dar a entender un tema que es tridimensional con recursos

bidimensionales como lo es el tablero y el papel. Para superar esta dificultad se implementa una simulación de realidad aumentada que permite la visualización en tres dimensiones de los fenómenos, así como los cambios de los vectores en tiempo de ejecución. Este trabajo con tecnología de realidad aumentada se hace utilizando el motor para la creación de videojuegos Unity y el SDK Vuforia. Se realizó la simulación de la trayectoria de una artícula con velocidad y carga, dentro de un campo magnético, cuyas magnitudes pueden ser modificadas por los usuarios en sus componentes (x, y, z). Como resultado se obtiene una aplicación que puede ser ejecutada en cualquier dispositivo que posea un sistema operativo Android, de esta forma el estudiante podrá interactuar con los fenómenos físicos, lo que permitirá una mejor comprensión y análisis del mismo.

cbeltran@uis.edu.co

**Palabras claves:** realidad aumentada, tic, carga electrica, campo magnético.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## **ESTUDIANDO EL CAMPO ELÉCTRICO DE UN ANILLO CARGADO: UN ANÁLISIS DESDE MODELOS SIMPLES A MODELOS COMPLEJOS EN CURSOS DE ELECTROMAGNETISMO**

*Jorge Garcia-Farieta - UNIVERSIDAD NACIONAL*  
*Alejandro Hurtado Marquez - UNIVERSIDAD DISTRITAL*

El cálculo del campo eléctrico para diferentes distribuciones de carga es uno de los temas iniciales en un curso de electromagnetismo. Utilizando herramientas matemáticas sencillas y aprovechando la simetría de la distribución de carga es fácil resolver un sinnúmero de problemas de textos universitarios, sin embargo en condiciones menos ideales la solución de la situación problemática es más elaborada y requiere mayor análisis. En este documento se expone un problema tradicional que ilustra muy bien la profundidad y la variedad de métodos a emplear en una situación física realista, la situación consiste en determinar el campo eléctrico producido por un anillo cargado. Para ello se parte del modelo más simple que se expone en clase considerando todas las condiciones de simetría posible, tal es el caso del campo en el centro del anillo o en un punto contenido en un plano perpendicular al anillo pasando por su eje de simetría. Luego aumentando el nivel de complejidad se calcula el campo en un punto arbitrario del espacio fuera del eje de simetría y en el mismo plano del anillo, posteriormente se repite el ejercicio para distribuciones de carga no uniformes, lo cual incluye herramientas físico-matemáticas más rigurosas como funciones especiales y el cálculo de integrales

elípticas completas de primera y segunda especie. Estos casos usualmente no son abordados en los cursos de electromagnetismo sin embargo son importantes en la medida en que muestran niveles de complejidad en el aprendizaje del estudiante yendo de lo simple a lo complejo, dando una descripción completa y lo más realista posible de un fenómeno electrostático.

joegarciafa@unal.edu.co

**Palabras claves:** enseñanza electromagnetismo, campo eléctrico, anillo cargado, modelación.

EF154P

## FUNDAMENTACIÓN EN FÍSICA-MATEMÁTICA BÁSICA PARA PRIMEROS CURSOS DE LICENCIATURA EN FÍSICA O CARRERAS AFINES SOPORTADA EN EJERCICIOS DE DESAFÍO

*Alejandro Hurtado Márquez - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Actualmente existen muchas tendencias metodológicas y didácticas que pueden dar razón de los procesos de enseñanza de la física y sin embargo muy pocas conllevan a aprendizajes consolidados en la disciplina. Después de desarrollar y estructurar algunas ideas formales de la física, la experimentación y la matemática básica es posible de manera independiente o correlacionada entre estas tres áreas, proponer a los alumnos ejercicios llamados de desafío que contienen una gran cantidad de trabajo meramente algebraico o de muchos procesos de ensayo y cálculos de incertidumbre, pero que a la postre requieren de una

conceptualización muy profunda de las fenomenologías físicas y de la modelación matemática suficiente para dar una respuesta coherente al problema planteado. En el presente escrito, se muestran algunos de los resultados obtenidos por el grupo de investigación física e informática-fisinfor en una de sus líneas de trabajo en el área de la didáctica de las ciencias, como lo es: Enseñanza de la física basada en la solución de problemas, la cual está soportada en la modelación teórica, experimental o con ayuda de software de simulación con ayuda de las TIC. Se presentan tres problemas básicos de desafío desde áreas de la física cómo lo son la cinemática, la dinámica, la conservación de la energía y los cuales son producto de la experiencia desarrollada en el curso de física y matemática básica impartido para estudiantes de primeros semestres de la licenciatura en física de la Universidad Distrital. Palabras claves: Enseñanza, Física, Ejercicios Desafío

ahurtadomarquez@outlook.com

**Palabras claves:** enseñanza, física, ejercicios.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **PROYECTO DE AUTOESTUDIO CON MEDICIÓN DE VARIABLES FÍSICAS CON INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL COMO ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE DE LAS LEYES DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS.**

*José Rafael Narvaez Altamiranda - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

*Cesar Augusto Quiñones Segura - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

*Miguel Angel Bernal Yermanos - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

Los estudiantes de todos los programas de Ingeniería de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano desarrollan en cada una de las asignaturas un proyecto de investigación formativa denominado Proyecto de Autoestudio. En Física II el proyecto se denomina “Medición de variables físicas usando instrumentación virtual” en este proyecto los estudiantes desarrollan equipos de medición de variables físicas usando sensores electrónicos, sistemas de adquisición de datos y una computadora. El resultado del proyecto se tienen los sistemas de medición diseñados con instrumentación virtual que son utilizados en el laboratorio de Física y por otro lado se evidencia el dominio conceptual que adquieren los estudiantes sobre las leyes físicas que gobiernan los circuitos de corriente alterna y directa, porque en el proceso de integración del hardware y software del sistema de medición es imprescindible aplicar con claridad estas leyes desde

el acondicionamiento de los sensores hasta en el desarrollo del software e interfaz gráfica del sistema de medición.

jnarvaez@poligran.edu.co

**Palabras claves:** autoestudio, instrumentación virtual, sensores, medición.

EF1730

## TEOREMA PI, UNA ALTERNATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA.

*Miguel Angel Bernal Yermanos - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

*Jaime Andres Posada Restrepo - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

*Jose Rafael Narvaez Altamiranda - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano -*

Un problema usual de la enseñanza tradicional de las ciencias naturales, es que los estudiantes no relacionan los conceptos y nociones aprendidos en el colegio y universidad para explicar fenómenos naturales cotidianos a su entorno. Unido a lo anterior, la especialización de los saberes contiene la idea central: para explicar un fenómeno físico, químico o biológico, hay que ser un experto en el área, y lograr un nivel adecuado de desempeño requiere varios años de trabajo. En este trabajo se presenta una estrategia didáctica alternativa mediada por el teorema  $\Pi$  de Buckingham para estudiantes de Física de las carreras de Ingeniería que les permita construir modelos matemáticos simples, sin

respaldo teórico inicial, y que aproximen una primera explicación a algunos fenómenos naturales tales como caída libre, péndulo simple y sistemas mecánicos sencillos, entre otros.

mabernal@poligran.edu.co

**Palabras claves:** teorema  $\pi$  de buckingham, unidades de medida, ecuaciones dimensionales y adimensionales. deducción de parámetros.

EF1770

## **ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL ESTUDIO DE LA FRECUENCIA DE LAS ONDAS SONORAS EMITIDAS POR UN INSTRUMENTO TÍPICO DE LA MÚSICA VALLENATA: LA GUACHARACA.**

*José Manuel Mejía Reales - Universidad Popular del Cesar*

*Freddy Alberto Monroy Ramírez - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá*

Para la enseñanza de la acústica en algunas instituciones de educación secundaria, los docentes no utilizan herramientas contextualizantes, haciendo menos motivante su aprendizaje y desperdiciando los recursos de su región. En los textos tradicionales de física solo se abordan los temas de acústica estudiando las frecuencias de los sonidos emitidos por la vibración de cuerdas y tubos sonoros; de otra parte, en la IE CASD Simón Bolívar de la ciudad de Valledupar, Colombia, los estudiantes conviven permanentemente escuchando e interpretando los instrumentos típicos de la música vallenata colombiana. Surgió entonces la inquietud de diseñar, implementar y aplicar una

estrategia didáctica innovadora y motivadora, direccionada a la enseñanza de los fenómenos de la acústica, en particular a la descripción de las frecuencias de los sonidos, utilizando como motivación algún instrumento típico de la música vallenata colombiana. Por consiguiente, se diseñó, aplicó y evaluó una estrategia didáctica basada en la Metodología de Aprendizaje Activo, para analizar las variables que afectan los cambios de la frecuencia de los sonidos, utilizando como herramienta motivadora el instrumento típico de la música vallenata: la guacharaca; sobre este instrumento musical no existen referencias científicas. Los estudiantes identificaron las variables que afectan la frecuencia del sonido emitido por la guacharaca: encontrando que la frecuencia del sonido emitido por ella, aumenta al aumentar el número de hilos en el trinche; disminuye al aumentar su diámetro y aumentar la separación de las ranuras y por último que el sonido emitido es más agudo en las guacharacas construidas en metal que aquellas que han sido construidas en otro material.

famonroyr@unal.edu.co

**Palabras claves:** acústica; frecuencia sonora; guacharaca; metodología de aprendizaje activo.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **DISEÑO, DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA INTERACTIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA ACÚSTICA USANDO COMO INSTRUMENTO FUNDAMENTAL EL ACORDEÓN**

*María Antonia Díaz Mendoza - Colegio Leonidas Acuña; Valledupar-Cesar  
Freddy Alberto Monroy Ramírez - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá*

La enseñanza del sonido en la básica secundaria y media ha sido un tema poco desarrollado, debido a diferentes factores, tal como la falta de tiempo para desarrollar todos los contenidos curriculares, y los que sí lo desarrollan, simplemente lo hacen a la ligera sin darle la profundidad requerida. Con la finalidad de aportar en la solución a problemas que de este estilo afectan la educación secundaria, se desarrolló de una herramienta tecnológica didáctica interactiva, para la enseñanza de los conceptos de la acústica usando como instrumento fundamental el acordeón, para ello se aplicó una metodología que consistía en la implementación de una secuencia didáctica para enseñar las cualidades del sonido y su relación con las magnitudes físicas que la determinan, usando la herramienta diseñada en un grupo caracterizado como piloto, se realizó la validación de la estrategia mediante la utilización de dos métodos cuantitativos, la ganancia de Hake y el índice de dificultad. Dentro de los resultados relevantes, se anota la elaboración de la herramienta didáctica interactiva titulada “AcústicAcordeón”, la cual, recibe una información sonora (Sonido), la digitaliza y la convierte en una gráfica de onda del sonido producido; construida usando la producción del sonido al interior del acordeón. Como



resultado se observó que los estudiantes presentaron un avance significativo en el manejo de los conceptos relacionados con las cualidades del sonido y su relación con las magnitudes físicas que la determinan.

famonroyr@unal.edu.co

**Palabras claves:** acordeón, herramienta virtual, sonido, intensidad, timbre, tono.

EF188O

## **IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO DEL MODELO TPACK PARA EL APRENDIZAJE DE LA CINEMÁTICA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA.**

*Raul Humberto Albarracin Balaguera - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

*José Rafael Narvaez Altamiranda - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

*Miguel Angel Bernal Yermanos - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

Debido a la constante deserción y bajos índices de aprobación que se presentaba en los cursos de física mecánica de los programas de ingeniería de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, de planteó una estrategia basada en el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), donde se diseñaron programas de simulación para el aprendizaje de la Cinemática y su incorporación en las dinámicas de las clases presenciales. Con la estrategia implementada se evidenció una mayor apropiación de los saberes disciplinares y desarrollo de

habilidades y competencias propias de las ciencias. Se muestran los resultados de la aplicación de la prueba FCI (Force Concept Inventory) en pre-test, post-test y para la cuantificación de estos resultados se utilizó la ganancia normalizada de Hake y el Factor de concentración de Ley Bao.

ralbarra@poligran.edu.co

**Palabras claves:** modelo tpack, competencias científicas, aprendizaje de las ciencias.

EF194P

## EQUIPO EXPERIMENTAL PARA LA LEY DE HOOKE

*Hugo Armando Gallego Becerra - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Diego Fernando Salazar Patiño - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Sebastian Martínez García - Universidad Tecnológica de Pereira*

La física como ciencia básica, se fundamenta sobre una cantidad de leyes que son expuestas en el ámbito académico en general de forma magistral. Dicho tratamiento ha generado progresivamente pérdida de interés y dificultades en su comprensión, lo anterior debido al difícil acceso a equipos de experimentación que dinamicen el proceso de enseñanza. Dado esto el grupo de investigación DICOPED de la Universidad Tecnológica de Pereira trabaja, en el diseño y construcción de equipos para la experimentación que fortalezcan la enseñanza de la física. Para el caso se trabajó en el diseño, construcción e implementación de un prototipo autónomo para la práctica experimental de la Ley de Hooke, basado en el estudio de las características de un resorte,

elemento mecánico “simple” con una cantidad innumerable de aplicaciones en la vida cotidiana. Realizando un minucioso estudio de las variables involucradas, aprovechando la tecnología disponible, para desarrollar un diseño basado en una tarjeta microcontrolada, software y sensores necesarios para adquirir correctamente las variables físicas del experimento. Es de notar que este equipo ha sido validado frente a otros prototipos experimentales implementados para la misma práctica en la Universidad Tecnológica de Pereira, obteniendo resultados confiables en comparación con los valores teóricos esperados, mejorando de forma apreciable la obtención de datos experimentales sin recurrir a elementos de medición externos. Finalmente se obtiene un equipo de bajo costo, de fácil implementación, robusto para el uso académico, permitiendo así, en un futuro fomentar el acceso de diferentes instituciones educativas a herramientas que favorezcan al fortalecimiento de la enseñanza de las Ciencias Básicas.

smartinez@utp.edu.co

**Palabras claves:** ley de hooke, experimentación, tarjeta microcontrolada.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## APLICACIÓN DEL SISTEMA 4MAT APOYADO EN LAS SIMULACIONES PHET PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EMPLEANDO COMO EJE DE APRENDIZAJE EL TEMA DE ONDAS.

*Raúl Humberto Albarracín Balaguera - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano - Colegio Rodolfo Llinás IED*

En este trabajo se presenta los resultados de la aplicación del sistema 4MAT introduciendo las simulaciones PhET con encuadre en el marco teórico del modelo TPACK como propuesta para el desarrollo de competencias científicas, caso ondas mecánicas. El trabajo se ha implementado con estudiantes de grado undécimo del Colegio Rodolfo Llinás IED de Bogotá, Colombia. El análisis muestra que al incorporar esta metodología en el ejercicio de las clases, el modelo TPACK beneficia el proceso de enseñanza y los experimentos virtuales PhET al ser introducidos en el ciclo de ocho pasos del sistema 4MAT permiten una mejor comprensión y favorecen el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes. La evaluación por competencias del proceso de enseñanza-aprendizaje se realizó utilizando el portafolio de evidencias y las rúbricas de desempeño para el ciclo de aprendizaje.

ralbarra@poligran.edu.co

**Palabras claves:** sistema 4mat, desarrollo de competencias, proceso de enseñanza, ciclo de ocho pasos, ondas mecánicas, simulaciones phet, modelo tpack, evaluación.

## **FENÓMENOS SÍSMICOS: UNA EXPLICACIÓN A TRAVÉS DEL CONCEPTO DE ONDA MECÁNICA**

*Stefania Tovar Quimbayo - Universidad Pedagógica Nacional*

En nuestro entorno, vida cotidiana, diario vivir, etc. Observamos y sentimos diferentes fenómenos naturales, es decir, cambios que se producen en la naturaleza. Al analizar y estudiar estos fenómenos en específico los sísmicos, podemos acercarnos a la ciencia en específico a la física y la geofísica a partir del concepto de onda mecánica y de onda sísmica. Para este trabajo se indagará en algunos de estos fenómenos naturales que son generados al interior de la tierra como lo son los movimientos telúricos (los terremotos o sismos, maremotos, tsunamis y erupciones volcánicas) con el fin de estudiar el comportamiento de la onda sísmica y sus características, tema de estudio de la sismología en general de la geofísica; de esta manera también podemos aproximarnos a la enseñanza del movimiento ondulatorio en particular a la onda, tema de estudio de la física en general de las ciencias naturales. De esta forma podremos realizar un campo interdisciplinar en entre dos ciencias como los son las ciencias naturales (física) y ciencias de la tierra (la geofísica), como propuesta de enseñanza en la escuela. Sobre esta propuesta investigativa también se quiere trabajar la necesidad que tiene la escuela en generar procesos formativos interdisciplinarios nombrados anteriormente, pretendiendo llegar a estos procesos interdisciplinarios como una propuesta para la enseñanza de la física por medio del estudio de la onda sísmica como herramienta de estudio de las ondas.

stefaniatovar20@gmail.com

**Palabras claves:** onda sísmica, onda mecánica, geofísica, física, interdisciplinariedad.

EF219O

## EXPERIENCIAS SIGNIFICATIVAS EN LA CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DE UNA MAQUINA DE WIMSHURST PARA LA ENSEÑANZA DE LA ELECTROSTATICA

*Arturo Edison Aparicio Guzman - Fundación Universitaria Agraria de Colombia  
Angelica Bravo Bohorquez - Universidad de Cundinamarca*

En este artículo presentamos las experiencias de estudiantes de cursos básicos de física en el desarrollo de un proyecto en el cual construyen una máquina de Wimshurst. Con ello se busca que los estudiantes adquieran conceptos básicos de electrostática por medio de una experiencia significativa. Se encontrarán el diseño, proceso constructivo y experimentos realizados con esta máquina, con lo cual se espera que este tipo de estrategias de aprendizaje sean replicados.

aparicio.arturo@uniagraria.edu.co

**Palabras claves:** electrostática, aprendizaje significativo, efecto triboeléctrico, inducción eletrostática.

## EL MUNDO DE LO NANO EXPLICADO A NIÑOS Y JÓVENES

*Diego Arias Serna - Universidad del Quindío*

La física ha ido cambiando aceleradamente en las últimas décadas, y en los eventos científicos las palabras que más se mencionan son: Nanoestructuras, puntos cuánticos, nanohilos, sistemas bidimensionales. Nuevas palabras que han dado origen a una nueva física asociada a la dimensionalidad. Mientras la física tradicional ha explicado los fenómenos vinculados a sistemas de tres dimensiones, es decir de volumen, desde finales del siglo XX ha emergido sistemas físicos de cero, uno y dos dimensiones, con descubrimientos tan asombrosos como la magnetorresistencia gigante o el grafeno que están cambiando la tecnología y la forma de hacer ciencia. Mientras eso sucede, tanto en la educación básica como en la misma universidad, los contenidos de las asignaturas de física básica siguen con lo legado por Newton, Faraday y Maxwell, más la mecánica cuántica, sin agregar la nueva física. En esta propuesta se plantea un método experimental, jugando con imanes y limaduras de hierro, que acercan a los estudiantes de educación básica a estos nuevos paradigmas de la física. Los experimentos macroscópicos de física de cero, uno y dos dimensiones se refuerzan con imágenes de los nuevos desarrollos de la física y su implementación tecnológica.

darias@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** dimensionalidad, puntos cuánticos, nanohilos, nanoestructuras.

EF280P

## EQUIPO EXPERIMENTAL PARA LA LEY DE SNELL

*Leonardo Bohorquez Santiago - Universidad Tecnológica de Pereira  
Hugo Armando Gallego Becerra - Universidad Tecnológica de Pereira  
Andrés Felipe Osorio Ramírez - Universidad Tecnológica de Pereira -*

Con el fin de motivar a los estudiantes en la experimentación del comportamiento de un haz de luz en el momento de pasar por diferentes medios, el grupo de investigación DICOPED diseña y construye un equipo autónomo cuya función es la de demostrar la ley de Snell con la característica que proporcione todas los elementos necesarios para cambiar las variables comprendidas dentro de este fenómeno físico. El objetivo principal de la práctica es entonces, encontrar de forma experimental el ángulo de refracción, la constante  $N$  del medio (material utilizado) y de una forma más sencilla encontrar el ángulo de reflexión interna total. Es importante tener en cuenta que este proyecto se llevó a cabo con la utilización de tecnología y materiales que se encuentran en nuestro medio, de igual forma se aplican las herramientas de software que existen en la actualidad, de esta manera se puede motivar e impulsar a los estudiantes para retroalimentar los elementos teórico que se ven en el área de la Física. El equipo de ley de Snell fue Probado y comparado con la práctica realizada en el laboratorio de física 3 utilizado en la Universidad Tecnológica de Pereira arrojando resultados con mayor confiabilidad y exactitud. En conclusión se diseña, construye y analiza un equipo



autónomo y programable, que permite realizar la práctica de la Ley de Snell, a estudiantes de colegios y universidades de una manera atractiva, sencilla y didáctica para fortalecer los conceptos teóricos del tema.

ugo@utp.edu.co

**Palabras claves:** ley de snell, equipo autonomo, diseño.

EF2820

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL ESTUDIO DEL FLUIDO EN CAUSE DE VÓRTICE LIBRE**

*Segundo David Niño Carreño - Grupo de Instrumentación Científica y Didáctica  
Facultad de Ciencias y Educación*

*José Manuel Flores Perez - Grupo de Instrumentación Científica y Didáctica  
Facultad de Ciencias y Educación*

La construcción del prototipo para la generación de tornados de agua se fundamenta en un módulo en el cual, se generen “vórtices libres” a partir de la circulación de flujo de agua a través de un orificio de desagüe. Asimismo, para la alimentación del flujo de agua hacia el depósito cilíndrico superior transparente donde se formara el vórtice, se hace uso de una electrobomba de agua centrifuga para la extracción del fluido de un tanque ubicado en la base del dispositivo, cuya función consiste en transportar el agua hacia la parte superior con ayuda de toberas y mangueras ubicadas en forma tangencial a la salida, con el propósito de generar el tornado. En mecánica y más precisamente en la rama de la cinemática se estudian los fenómenos del movimiento de una

partícula en rotación respecto a un eje fijo y como va evolucionando su trayectoria en el tiempo, cabe destacar ejemplos como un móvil moviéndose en torno a una carretera cerrada de radio ( $R$ ) o también una esfera dando el giro en un bucle pero lo fascinante de esto es que observando la naturaleza de su trayectoria se obtienen formas geométricas que son posibles parametrizar en función de  $\theta$  “coordenada polar” obteniéndose así la función vectorial de la trayectoria que sigue esa partícula se puede sacar información acerca de su posición, velocidad y angular, por esta razón se quiere dar a conocer un problema muy particular del estudio de la rotación de un fluido en un sistema de cauce vorticial, siguiendo múltiples partículas con el fin de caracterizar las trayectorias que siguen a través de una descripción lagrangiana con la ayuda de un programa de análisis de movimiento por fotogramas para analizar los datos suministrados de la posición y velocidad angular de cada una.

deivid1941@hotmail.com

**Palabras claves:** vórtice libre, función vectorial, coordenada polar, trayectoria, velocidad angular, aprendizaje activo.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## UTILIZACIÓN DE UNA ESTRATEGIA CDIO IMPLEMENTADA EN LABVIEW PARA LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA

*Santiago Uribe - Politecnico GranColombiano*

*Cristian Rivera - Universidad de America*

*Cesar Augusto Quiñones Segura - Politecnico GranColombiano -*

Software de enseñanza de reacciones exotérmicas mediante un instrumento virtual diseñado para asistir al estudiante en el aprendizaje de los fundamentos físicos de la termodinámica. Este instrumento virtual mide la temperatura durante un proceso en el que ocurre un aumento de temperatura dentro de un calorímetro, ocasionado por una reacción exotérmica. Conociendo la temperatura previa a la reacción y la temperatura final posterior a la reacción, se puede calcular la capacidad calorífica y la entalpia de la reacción la cual es igual a la energía desprendida por el proceso físico bajo estudio. Es un programa sencillo que guía al estudiante durante la práctica de laboratorio y que debe contar con hardware básico para el cual se darán instrucciones de funcionamiento dentro del mismo laboratorio o conectando como se indica en el manual de usuario. Al tener los elementos con los que están enlazado el software, el estudiante tendrá mejor comprensión del funcionamiento de un instrumento de medición. El proyecto brinda una perspectiva diferente a la tradicional donde, la relación de software y hardware permiten que el estudiante interactúe con los elementos internos que realizan la medición.

santiur453@gmail.com

**Palabras claves:** labview, termodinamica, cdio, fisica.

EF2850

## **PROTOTIPO EXPERIMENTAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA BASADO EN LAS LEYES DE OHM Y KIRCHHOFF**

*Andres Felipe Osorio Ramirez - Universidad Tecnologica de Pereira*

*Hoover Orozco Gallego - Universidad Tecnologica de Pereira*

*Hugo Armando Gallego Becerra - Universidad Tecnologica de Pereira -*

La utilización de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como transformadora de la enseñanza, mejoran el aprendizaje del alumno, partiendo del hecho que el desarrollo del proceso investigativo corresponde a impulsar el uso de nuevos dispositivos y plataformas digitales que promueven un mejor aprendizaje de la física, lo que hace necesario contemplar la idea de generar una estrategia que contemple los componentes tecnológico, pedagógico y disciplinar, motivo por el cual el grupo de investigación DICOPED de la Universidad Tecnológica de Pereira, desarrolla equipos de laboratorio basados en los conceptos básicos de la física, implementando nuevas tecnologías con diferentes componentes de la electrónica la programación y el uso de las TIC en el aula de clase como herramientas facilitadoras de la gestión pedagógica. Motivo por el cual se realizó el diseño y construcción un prototipo autónomo que demuestra la ley de ohm y kirchhoff, que permite realizar mediciones experimentales de diferentes circuitos electrónicos, para determinar el comportamiento de la corriente, voltaje y resistencia de circuitos. Logrando un mejor aprendizaje de la física y todas sus

aplicaciones, de la misma manera se busca fortalecer las competencias a cerca de las temáticas expuestas en aras de presentar simultáneamente una propuesta pedagógica y tecnológica que coadyuve a mejorar las falencias en infraestructura, disponibilidad de tecnología y metodologías pedagógicas para la utilización de los laboratorios de física.

andresosoriocrj@hotmail.com

**Palabras claves:** leyes de ohm y kirchhoff, dicoped.

EF2890

## RELATIVIDAD ESPECIAL Y TRANSGRESIÓN DE REALIDADES

*Janett Barbosa Urbano - Universidad ECCI*

¿Qué influencia causan los conceptos de la física moderna en la mente de los estudiantes? ¿Estos conceptos les ayudan a cambiar su paradigma de realidad? ¿Cómo los asumen para su desempeño profesional y personal? Estas son algunas de las preguntas que surgen, cuando se trata de analizar hasta qué punto la enseñanza/aprendizaje de los principales conceptos de la física moderna a estudiantes de ingeniería, pueden generar cambios mentales fundamentales para su profesión, para su propia vida y su entorno. La ponencia presenta una visión general sobre el significado que tiene para estudiantes de ingeniería, los conceptos más importantes de la Teoría de la Relatividad Especial como: dilatación del tiempo, contracción del espacio y energía relativista. Cuando un estudiante se enfrenta a la idea de que la medida del

tiempo y del espacio no es absoluta y que esa medida, así como el propio espacio-tiempo dependen de sistemas de referencias u observadores, sus convicciones mecanicistas, estáticas sufren un remesón que posibilita cambios trascendentales en la perspectiva de su labor como ingeniero y como persona. De la misma forma, el concepto de energía relativista suscita reflexiones sobre el uso de la tecnología en la ingeniería, el papel del ingeniero responsable de su construcción y visiones novedosas para generar soluciones a problemas energéticos y ambientales. Desde esta perspectiva, la enseñanza/aprendizaje de los aspectos más fundamentales de la Teoría de la Relatividad Especial, se convierte en puertas de entrada a nuevas formas de pensar el mundo y la vida para los estudiantes; cambian sus propias realidades incorporando elementos relativistas que transgrede su linealidad.

jbarbosau@ecci.edu.co

**Palabras claves:** tiempo-espacio, energía, transgresión, realidad, estudiantes.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **SOBRE LA RELACIÓN FÍSICA - MATEMÁTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA MECÁNICA CUÁNTICA: UN ANÁLISIS AL FORMALISMO MATEMÁTICO DE VON NEUMANN**

*Carlos Germán Cortés Hernández - Universidad Pedagógica Nacional  
Mauricio Rozo Clavijo - Universidad Pedagógica Nacional*

A lo largo de los años, el hombre siempre se ha interesado por la naturaleza y por comprender e interpretar los fenómenos que suceden a su alrededor. Es así, como muchos pensadores se han preocupado por explicar y brindar herramientas que muestran, ya sea de manera cualitativa o cuantitativa la articulación de la explicación con el mundo físico. Uno de tales explicaciones busca entender los fenómenos que suceden a nivel atómico, donde la mecánica cuántica es el escenario bajo el cual se visualiza la relación física – matemática. Ahora enseñar la mecánica cuántica implica formalizar el fenómeno y es ahí donde nacen las primeras dificultades en los estudiantes, ya que la formalización es pensada como el planteamiento de ecuaciones matemáticas. Lograr ver la importancia del formalismo riguroso de la teoría desde el curso de mecánica cuántica es de vital importancia, ya que permite innovar en nuevas herramientas didácticas que facilita a los estudiantes la comprensión de una teoría que está inmersa en la mayoría de aparatos tecnológicos actualmente utilizados por la humanidad en su vida cotidiana. Bajo este contexto, el nivel de abstracción al momento de enseñar es muy difícil, ya que implica que los estudiantes se hagan imágenes mentales de sistemas físicos que no

pueden observar. En consecuencia, la realización de un estudio histórico-crítico sobre los orígenes de la mecánica cuántica permite encontrar nuevas miradas a partir de la formalización realizada por Von Neumann, uno de los artífices de los fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica y establecer un puente entre la mecánica clásica y la mecánica cuántica.

dfi\_cg cortesh288@pedagogica.edu.co

**Palabras claves:** enseñanza, mecánica cuántica, física - matemática, análisis histórico - crítico.

EF3010

## **DETERMINACIÓN DE LA GANANCIA EN EL APRENDIZAJE DE LA CINEMÁTICA LINEAL MEDIANTE EL USO DE MÉTODOS GRÁFICOS CON ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN LA UNIVERSIDAD DE CALDAS**

*Jorge Abel Castañeda Salazar - Universidad de Caldas*  
*Luis Hernando Carmona Ramírez - Universidad Católica de Manizales*  
*Ricardo Alberto Idarraga Idarraga - Universidad de Caldas -*

El aprendizaje de la física históricamente ha presentado dificultades en los estudiantes de ingeniería, y en especial la cinemática lineal. El presente trabajo, tuvo como objetivo diseñar una metodología para la enseñanza de la cinemática lineal, basada en elementos de geometría, tales como, la realización de gráficas y el cálculo de áreas para conocer magnitudes como la aceleración, velocidad, posición y tiempo, dando solución a problemas



específicos en esta parte de la física. La investigación fue del tipo de estudio de casos (80 estudiantes) y controles (83 estudiantes), asistentes al curso de física I de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Caldas, durante cuatro periodos consecutivos entre los años 2013 y 2014. Se trabajó en el grupo control para el estudio de la cinemática lineal con el texto guía Física Universitaria Searz et al 12 edición-2009. Con el grupo problema, se utilizó un método gráfico el cual buscaba desarrollar gráficas de posición-tiempo, velocidad-tiempo y aceleración-tiempo, solucionando los problemas propuestos a partir del cálculo de las áreas bajo la curva. Se aplicó el instrumento TUG-K para medir el desempeño de los estudiantes, al iniciar y al terminar la temática estudiada. Se cuantificó la ganancia en el aprendizaje calculando el factor de Hake. Se obtuvo mayor ganancia en el aprendizaje en el grupo experimental (casos). Se observó mejor desempeño en los estudiantes hombres comparado con las estudiantes mujeres. Se recomienda la implementación de este modelo para la enseñanza de la cinemática lineal.

jorge.castaneda\_s@ucaldas.edu.co

**Palabras claves:** cinemática lineal, enseñanza, aprendizaje, geometría, factor de hake.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ENSEÑANZA DE LA ENERGÍA CUANTIZADA EN POTENCIALES UNIDIMENSIONALES A TRAVÉS DE MÉTODOS NUMÉRICOS

*Néstor Fernando Méndez Hincapié - Universidad Pedagógica Nacional*

*Mauricio Rozo Clavijo - Universidad Pedagógica Nacional*

*Eduardo Muñoz - Universidad Pedagógica Nacional -*

Se plantea una estrategia didáctica para la enseñanza de las implicaciones de la solución de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo. Para ello se construye el método de Numero  $v$  en C++ para solucionar la ecuación mencionada para el caso unidimensional y se compara con los datos obtenidos de forma analítica. Se busca que de esta manera los estudiantes tengan una visión alternativa a las usuales siendo complementaria a las técnicas tradicionales utilizadas en los cursos de mecánica cuántica. La estrategia de enseñanza que aquí se plantea no se limita a exponer los resultados finales del programa de cómputo sino que muestra cómo busca los valores propios y cuáles son las condiciones de contorno y de continuidad que se deben cumplir para que la función propia corresponda con un valor particular de la energía.

nmendez@pedagogica.edu.co

**Palabras claves:** pozo de potencial, ecuación de schrödinger, método de numerov, estados ligados, energía cuantizada.

## **MOTOR ELÉCTRICO HERRAMIENTA SUSTANCIAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

*Cristian Mora Motta - Universidad pedagogica nacional  
andres munevar espejo - Universidad pedagogica nacional*

Este documento presenta la importancia que tienen los motores eléctricos para la enseñanza de la física en la educación secundaria; teniendo en cuenta la importancia de formar científicos en nuestro país; creemos que los motores eléctricos ofrecen herramientas conceptuales y experimentales para dicha formación, y estas a su vez alimentan ese gusto por la ciencia en los jóvenes, el cual se ha venido perdiendo. Cabe resaltar que también que esta propuesta busca cambiar la mentalidad con la que se concibe la ciencia y los científicos en la educación colombiana. Con los motores eléctricos pensamos que podemos despertar esa curiosidad, que tal vez incentive al estudio de las ciencias en un futuro por parte de los estudiantes. Por qué los motores?, porque creemos que reúne y hace visible el fenómeno físico, como la energía eléctrica se transforma en energía mecánica; detrás de dicha transformación se esconden años de trabajo de científicos alrededor del mundo durante un periodo de tiempo he hizo posible que nuestra especie se desarrollara al nivel actual. La propuesta fundamental corresponde a la elaboración de un motor eléctrico, y durante su construcción identificar de que se compone y por qué cuando sus componentes interactúan se produce el fenómeno y como los físicos lograron axiomatizar dichos fenómenos; o aún mejor como Maxwell predice la teoría electromagnética rompiendo con la

forma en la que la física se desarrollaba (experimento-axiomatización). Estas son lagunas de las herramientas conceptuales que ofrece el estudio del motor eléctrico.

andresm-2718@hotmail.com

**Palabras claves:** motor eléctrico , enseñanza, educación, física, ciencia, fenómeno, energía, herramienta.

EF330P

## LA ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA COMO PARADIGMA PARA EL MODELO ESTÁNDAR ELECTRODÉBIL

*Mauricio Rozo Clavijo - Universidad Pedagógica Nacional*  
*Nestor Méndez Hincapié - Universidad Pedagógica Nacional*

Se realiza un análisis en detalle sobre los conceptos que intervienen en una teoría gauge, evidenciando además, la manera de proceder para el establecimiento de la invariancia de los campos en electrodinámica clásica, en mecánica cuántica y en electrodinámica cuántica. Bajo este contexto, se implementa la exigencia de la invariancia gauge como principio dinámico para determinar la forma de la interacción entre el campo cargado ( $\psi$ ) y el campo gauge ( $B_\mu$ ), mostrando que el lagrangiano del sistema es invariante bajo un grupo de simetría. Además se abordan las ideas de Yang y Mills apoyadas en el grupo no abeliano como una primera explicación sobre la dinámica de la interacción entre el protón y neutrón a partir de la conservación del isoespín. Este análisis revela cómo el esquema de la electrodinámica cuántica se convierte en un

paradigma para la construcción de explicaciones alrededor de los fenómenos a nivel atómico; explicación que se considera de difícil comprensión por parte de los estudiantes y neófitos en general, lo cual da la oportunidad de generar una forma alternativa, didáctica y robusta de abordar el tema para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes sobre las ideas en las que se fundamenta la Física de partículas. Además, permite familiarizar a los estudiantes tempranamente con los procedimientos empleados en la construcción de una teoría gauge.

mclavijo@pedagogica.edu.co

**Palabras claves:** principio gauge, transformación gauge, invariancia gauge, lagrangiano, enseñanza.

EF336O

## MEDICIÓN DEL COEFICIENTE DE EINSTEIN EN UNA FIBRA DE ERBIO DOPADA

*Daniela Alejandra Cajamarca Gómez - Universidad Distrital Francisco José De Caldas*

*César Aurelio Herreño Fierro - Universidad Distrital Francisco José De Caldas*

En este trabajo se presentan los resultados de la medición del coeficiente de Einstein para una fibra de erbio dopada usando un láser de fibra óptica comercial (P5.8.7.1 Leybold ®); con el cual se logró caracterizar las propiedades ópticas del material componente de la fibra y de ello obtener la eficiencia para producir los fotones encargados de transmitir la información a través de la fibra. El análisis presentado incluye una relación entre la capacidad de

excitación de los átomos del material y la emisión de fotones. Por otra parte, se presenta el montaje experimental y su análisis como una alternativa para abordar la enseñanza de los fundamentos relacionados como lo son: niveles de energía, excitación de electrones, reflexión de la luz, índice de refracción, emisión espontánea e inducida, entre otros.

dacajamarcag@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** coeficiente de einstein; fibra óptica; emisión espontánea; enseñanza mecánica cuántica.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## FLIPPED CLASSROOM: UNA METODOLOGÍA PARA FORTALECER LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

*Angelica Bravo Bohorquez - Universidad de Cundinamarca*

*Luz Jaddy Castañeda Rodriguez - Universidad de Cundinamarca*

*Harvey Iovany Hernandez Yomayusa - Universidad de Cundinamarca*

*Luis Alejandro Hernández Hernández - Universidad de Cundinamarca*

Las tecnologías de la información han proporcionado un enfoque distinto a los procesos de enseñanza aprendizaje, que incentivan el aprendizaje autónomo y permiten aprender a un ritmo ajustado a las cualidades individuales. Se propone, utilizar las herramientas tecnológicas mediante la metodología Flipped Classroom, de manera que se cambie el paradigma de transmisión de conocimiento, se abra espacio para la retroalimentación y desarrollo de situaciones problemas en clase, se trabaje en diferentes espacios y tiempos, y sobre todo que sea una herramienta motivadora, concertada, asertiva e incluyente. Para ello se definen los recursos y características necesarios para su implementación en la Universidad de Cundinamarca. Se espera que en el mediano y largo plazo se reduzca el índice de pérdida académica, fortaleciendo el nivel de conceptualización de los estudiantes.

eymi.angy@gmail.com

**Palabras claves:** flipped classroom, aula invertida, ambientes virtuales, metodología para el aprendizaje.

## CONOCIMIENTO PROFESIONAL ESPECÍFICO DEL PROFESOR DE FÍSICA ASOCIADO A LA NOCIÓN DE MOVIMIENTO

*Zyren Karen Cordero Kerguelén - Universidad Pedagógica Nacional*  
*Gerardo Andrés Perafán Echeverri - Universidad Pedagógica Nacional*

En esta ponencia se presentará un avance del proyecto de tesis “Conocimiento profesional específico del docente de física asociado a la noción de movimiento” para optar al título de doctor desarrollado dentro del grupo de investigación Invaucol (Investigación por las Aulas Colombianas) perteneciente al énfasis en Ciencias del Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional. Se presentará el recorrido histórico, sus enfoques y rupturas epistemológicas que dieron origen a la investigación acerca del conocimiento y pensamiento del profesor. En especial, el corpus teórico que sustenta esta investigación, la metodología y técnicas utilizadas, además de las primeras reflexiones que nos permitan identificar, caracterizar e interpretar el conocimiento profesional específico que poseen los docentes de física asociado a la noción de movimiento escolar. Lo anterior, nos permite atribuirle al profesor un papel fundamental dentro del proceso de enseñanza y reconocerlo como un sujeto intelectual, productor de un conocimiento disciplinar escolar que le es propio y que ha surgido a través de la construcción histórica y que se evidencia en su discurso. Esta caracterización se logra por medio de un estudio de caso múltiple, en el marco de la



investigación de tipo interpretativa, y se demuestra que el conocimiento profesional específico del docente de física corresponde a la integración de 4 saberes emergentes (saber académicos, saberes basados en la experiencia, guiones y rutinas y teorías implícitas) en el proceso de construcción de la noción escolar de movimiento. Por eso, es necesario indagar en cada uno de los estatutos epistemológicos fundantes de cada saber y su integración dentro del discurso del docente en su intencionalidad de enseñar.

sirena614@hotmail.com

**Palabras claves:** profesor, movimiento, conocimiento profesional.

EF3800

## LA FORMULACIÓN LAGRANGIANA DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA

*Efraín Solarte - Universidad del Valle*

Las leyes de la óptica geométrica, pueden verse como las ecuaciones de movimiento de los rayos de luz, ecuaciones que son equivalentes a las de la mecánica clásica de las partículas y que admiten también una formulación matricial. Estas frases constituyen el corazón del procedimiento matemático que permite entender la óptica geométrica desde la física de las ondas definidas por las ecuaciones de Maxwell. En esta conferencia se mostrará como partiendo de la ecuación de onda y asumiendo ondas monocromáticas, se desarrolla la teoría del campo de luz en la

imagen del eikonal, se establece el límite de la óptica geométrica y se muestra que las dos ecuaciones resultantes tienen una la forma de la ecuación de Hamilton-Jacobi, con la fase eikonal en el papel de la acción reducida y otra la de una ley de conservación. La ecuación resultante para la fase, escrita en una forma integral, conduce al principio de tiempo mínimo, que a su vez puede reformularse como el principio de mínima acción de la mecánica y entenderse como una formulación lagrangiana de la óptica. La aplicación a haces de luz, con simetría cilíndrica en medios uniformes y homogéneos, conduce a ecuaciones de movimiento que admiten una representación matricial, siendo el sistema óptico representado por una matriz y el haz de luz por un vector de estado y permite describir los sistemas ópticos habituales. Levantando la simetría rotacional, se obtienen ecuaciones más generales que permiten calcular el comportamiento de la luz en guías y fibras ópticas.

efrain.solarte@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** lagrangiano óptico, óptica geométrica, hamilton-jacobi, límite clásico.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TÚNEL DE VIENTO

*Natalia Roncancio  
Alejandro Reyes  
José Manuel Florez*

Con el fin de brindar una alternativa para la enseñanza y comprensión del concepto de capa límite en educación media y superior, se realizó una propuesta experimental basada en el enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) el cual incorpora tres campos de estudio (Deportivo, Aerodinámico y Arquitectónico), cada campo incluye distintas prácticas basadas en situaciones particulares de la Mecánica de Fluidos, empleando un prototipo de túnel de viento previamente diseñado y construido como instrumento primordial para el desarrollo de las diferentes prácticas experimentales. El túnel de viento desarrollado e implementado para este fin, se realizó con material de bajo costo, lo cual facilita el acceso de este equipo a instituciones educativas con pocos recursos económicos. De otro lado, es importante mencionar que durante la implementación de las experiencias de aula con ayuda del material desarrollado, se hizo uso de nuevas tecnologías, lo que representó un interés creciente y dinámico del estudiantado en el uso de la herramienta pedagógica propuesta. En este trabajo se presenta el desarrollo, implementación y puesta en marcha del túnel de viento para mejorar procesos de enseñanza aprendizaje en el aula, en el área de Mecánica de Fluidos, la cual, es de gran interés académico por la multiplicidad de aplicaciones que presenta.

**Palabras claves:** enseñanza, comprensión, capa límite, túnel de viento, desarrollo, implementación, prácticas experimentales.

EF3940

## **EL FLUIDO CAYENDO: EXPERIENCIA QUE PERMITE PONER A PRUEBA EL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES**

*Julián Orlando Barrera Guio - UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL  
GIOVANNI CARDONA RODRIGUEZ - UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSE DE CALDAS*

En las aulas escolares predomina el modelo tradicional de enseñanza y este promueve la dificultad para el desarrollo de un aprendizaje significativo, estas prácticas tienen fundamento en suposiciones inadecuadas donde el maestro se centra en solo determinar las deficiencias de los estudiantes que enfrentan el aprendizaje de las ciencias (Barbosa 2008). Esto plantea el reto de cómo podemos mejorar las prácticas de enseñanza en particular de la física. En este trabajo queremos evidenciar como desde el Principio de Arquímedes podemos presentar a los estudiantes experiencias que permitirán adquirir significado a los conceptos implícitos en dicho principio, como lo es densidad, empuje, fuerza de flotación. Este estudio de la física desde una perspectiva dinámica le permitirá emplear experiencias de laboratorio que los acerquen a evidenciar y entender dicho principio, el cual ha tenido relevancia en el desarrollo científico pues es un buen ejemplo de cómo se trabaja en la ciencia desde la visión del método científico, pues este se formula desde una serie de observaciones

directas que permiten realizar generalizaciones que se resumen en la formulación del mismo. Con este interés diseñaremos una experiencia que nos permite poner a prueba el principio de Arquímedes, el cual consiste en poner en caída libre un vaso de Torricelli, y sobre este evento formular un test de diagnóstico que nos permita identificar el estado conceptual de los estudiantes.

gicardona@hotmail.com

**Palabras claves:** principio de arquímedes, vaso de torricelli.

EF4000

## CUATRO PENSAMIENTOS EN RELACIÓN AL MOVIMIENTO “ANÁLISIS HISTÓRICO CRÍTICO”

*MARIA MÓNICA URIBE GARCÍA - UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL*  
*NÉSTOR DAVID VARGAS ROJAS - UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL*

Cuatro pensamientos en relación al movimiento “Análisis histórico crítico” Aristóteles plantea que los grandes conocimientos surgen de las grandes dudas; y si hay algo que ha generado dudas a lo largo de la historia del conocimiento es lo que hoy se denomina movimiento. Este que es tan cotidiano para cada uno de nosotros, fue motivo de grandes polémicas y disputas en medio del intento por dar explicaciones congruentes con la experiencia y la aceptación científica de las diferentes épocas. Teniendo esto como precedente; es posible afirmar que la formalización del concepto movimiento a través de la historia resulta ser un insumo muy importante en el contexto educativo, para nuestro caso en la enseñanza de las ciencias particularmente en la física. De forma

consecuente; proponemos la posibilidad como maestros de evocar razonamientos planteados por pensadores y científicos influyentes históricamente en los procesos de construcción del conocimiento científico, en relación al movimiento como lo son: Aristóteles, Galileo, Leibniz y Newton. Acudiendo el docente a un análisis histórico crítico como herramienta pertinente en los procesos de recontextualización de saberes en la escuela, donde los estudiantes tengan espacios de reflexión frente a los razonamientos postulados en otras épocas, convirtiéndose estos en algo significativo y relevante para la construcción y argumentación propuesta por los estudiantes frente al concepto de movimiento en su entorno.

dfi\_mmuribeg152@pedagogica.edu.co

**Palabras claves:** movimiento, recontextualización, histórico - crítico.

EF4280

## **PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA DE LA ACÚSTICA FÍSICO-MUSICAL: SOCIALIZACIÓN DE EXPERIENCIAS.**

*Ricardo Duarte*

*Sergio Andrés Villamil*

*Gustavo Calderón*

*Caterine Farfan*

Dadas las nuevas tendencias en el desarrollo interdisciplinar en los diferentes campos del quehacer científico se hace notoria, además de indispensable, la necesidad de generar e implementar herramientas pedagógicas que hagan uso de los medios sensitivos

de aprendizaje por medio de experimentos ilustrativos que permitan al docente dar un acercamiento real, mediante los sentidos, a los fenómenos físicos que habitualmente se exploran de manera teórica en el aula de clase; Es por esto que se ha trabajado con diferentes grupos de estudiantes, en los que se encuentran algunos de primeros semestres de Licenciatura en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y estudiantes de grado once de diferentes colegios. Primeramente, se propuso y analizó la implementación de un instrumento musical aerófono, llamado el Tubófono, a partir de este, se desarrolló una metodología para trabajar la flauta transversa. Posteriormente para complementar los conceptos referentes a los fenómenos acústicos se trabajó con transductores piezoeléctricos y electromecánicos, para evidenciar experimentalmente las transformaciones de ondas mecánicas (variaciones de presión) a señales eléctricas y viceversa. En esta ponencia se presentan las experiencias y resultados cualitativos, consecuencia de la aplicación de una metodología que pretende llegar a un aprendizaje significativo por medio de los sentidos.

caterinefarfan@gmail.com

**Palabras claves:** enseñanza de la física, acústica, tubófono, flauta transversa, transductor.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## USO DE LA TRANSFORMADA DE FOURIER FRACCIONAL, PARA LA EXPLICACION DEL PRINCIPIO DE HUYGENS EN LA ÓPTICA PARAXIAL.

*Eder Manuel Alfaro Alfaro - Universidad de La Guajira*

*Carlos Jesus Jimenez - Universidad de La Guajira*

*Cesar Torres - Universidad Popular del Cesar*

*Juan Manuel Vilardy - Universidad de La Guajira*

Uno de los métodos utilizados, en los cursos de física de onda, en especial la óptica ondulatoria, en la facultad de Ingeniería, de la Universidad de La Guajira, son: Las ecuaciones de ondas electromagnéticas, cuya soluciones dependen de las condiciones particulares de cada sistema óptico de interés; pero en la realidad, existen muy pocos sistemas tan sencillos donde las soluciones tengan la simplicidad. Realizar investigaciones de naturaleza ondulatoria a través de la ecuación de onda electromagnética, resulta un problema muy complicado. Por esta razón, en este trabajo se pretende explicar el principio de Huygens, mediante la transformada de Fourier fraccional, (FRFT), esto se debe que dicha transformada existe una relación entre la amplitud del campo de salida  $U_p(u,v)$  y la amplitud compleja de entrada  $U_a(\xi,\eta)$ , además el factor de fase está asociado en aproximación paraxial con una onda divergente. Se presenta el principio de Huygens – Fresnel en término de la transformada fraccional de Fourier.

ederalfaro20@gmail.com

**Palabras claves:** transformada de fourier fraccional,(frft), onda electromagnética, principio de huygens.



## ESPECIFICACIÓN EXPLÍCITA DE LAS CONDICIONES GEOMÉTRICAS EN EL MÉTODO DE LAS IMÁGENES ELECTROSTÁTICAS

*Hernando Gonzalez Sierra - Universidad Surcolombiana*

*Robert Rubiano Giraldo - Universidad Surcolombiana*

*Jonathan Tapia Garzon - Universidad Surcolombiana*

Se elabora un análisis del método de las imágenes electrostáticas, ubicando la implementación del procedimiento de solución en la elaboración de modelos mentales, destacando las propiedades geométricas de las condiciones que deben satisfacer los parámetros relacionados con distancias y las magnitudes de las cargas objeto e imagen. Se incorpora una derivación de las condiciones, basada en la construcción geométrica y el álgebra vectorial, y posteriormente se usan para obtener una solución a las aplicaciones elegidas, el procedimiento permite explicitar las expresiones que deben satisfacer los parámetros en aplicaciones del método de las imágenes electrostáticas, convirtiéndose en una potente herramienta que permita resolver situaciones más complejas en otros contextos de la Física.

jonathan4900@hotmail.com

**Palabras claves:** método de las imágenes electrostáticas, álgebra vectorial, geometría, carga eléctrica, potencial eléctrico, modelos mentales.

## ENSEÑANZA DE LA BIOFISICA Y LA FISICA MEDICA MEDIANTE GEOGEBRA

*Carlos Omar Bautista mendoza - UDES Bucaramanga*  
*Fredy Antonio Rodriguez Prada - UDES Bucaramanga*  
*GIAMPAOLO ORLANDONI MERLI - UDES*

La enseñanza de la física ha sido y seguirá siendo un reto para los maestros, ya sea mediante la enseñanza en los colegios o en las universidades; y aún más retadora cuando tenemos que trabajar con estudiantes de carreras de la salud como lo son fisioterapia y terapia ocupacional, ya que ellos no quieren saber nada de matemáticas y mucho menos de física. El objetivo del presente trabajo tiene como finalidad enseñar la física mediante el programa gratuito Geogebra y otros programas gratuitos que hay en Internet y que busca simular diferentes situaciones de la vida real y hacerles ver la importancia de la física en sus carreras. Dentro de las aplicaciones se encontraran movimientos de las extremidades y sus principios físicos, al igual que otros fenómenos y procesos que ocurren dentro del cuerpo humano, el estudio de las fuerzas, los vectores y sus aplicaciones.

carlos7577@yahoo.es

**Palabras claves:** enseñanza física, geogebra, física medica.

## COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: CREACIÓN DE UNA HERRAMIENTA PARA SU MEDICIÓN.

*Oscar Mauricio Forero Quintero - Universidad Industrial de Santander*  
*David Alejandro Miranda Mercado - Universidad Industrial de Santander*  
*Adriana Rocío Lizcano Dallos - Universidad Industrial de Santander*  
*Melba Johana Sánchez Soleda - Universidad Industrial de Santander*

La Escuela de Física de la UIS en el año 2015 reestructuró los laboratorios de física, tanto en su infraestructura como en su estrategia de enseñanza y aprendizaje, buscando generar en los estudiantes de ciencias e ingeniería un fortalecimiento en sus competencias investigativas. La estrategia didáctica implementada integra tres estrategias de enseñanza y aprendizaje: la enseñanza justo a tiempo (Just in Time Teaching-JiTT), la enseñanza basada en proyectos y el aprendizaje mediado, todas ellas soportadas en el uso de las TIC mediante aulas virtuales de Moodle y el trabajo presencial en el laboratorio. La implementación se ha desarrollado desde el segundo semestre de 2015 hasta la actualidad, con la participación de más de 23 profesores y 3.700 estudiantes e incluyen los laboratorios de física I, II y III. Durante el desarrollo del mismo se han implementado procesos para mejorar los recursos educativos, la organización de las experiencias de los laboratorios, la gestión de la información, pero no se ha medido el impacto en el desarrollo de las competencias investigativas de los estudiantes que han vivenciado la estrategia didáctica, lo que plantea el problema ¿cómo medir el desarrollo de competencias investigativas?, el cual se aborda en este trabajo. Para lo cual se parte del concepto de

competencia planteado por Leboyer, como un conjunto de interacciones entre conocimientos, aprendizaje y habilidades, en la forma de procesos complejos y significativos para la vida de los individuos. Con base en esta noción de competencia se adopta el concepto de competencia investigativa de Muñoz y Benavides como el conjunto de todas aquellas actitudes, conocimientos y habilidades que le permiten a un profesional interpretar, argumentar, proponer alternativas, preguntar y documentar a partir de su experiencia y de acuerdo a la problemática que caracteriza el fenómeno en estudio. Con estas definiciones se organiza un instrumento para la evaluación de competencias investigativas. El instrumento propuesto está estructurado en seis aspectos de las competencias investigativas: búsqueda de información, dominio tecnológico, dominio metodológico, dominio de comunicación escrita y oral y habilidades para trabajo en equipo; los cuales se valoran a partir de procesos de heteroevaluación y autoevaluación. El instrumento fue sometido a una prueba piloto que permitió definir modificaciones en cuanto a: la redacción de las preguntas para mejorar la comprensión, la cantidad de preguntas, las opciones de respuesta, el tipo de pregunta para cada indicador y la plataforma de implementación

omfquintero@gmail.com

**Palabras claves:** evaluación, competencias investigativas, instrumento, laboratorios de física.

## RADIACION DE CUERPO NEGRO Y SU RELACION CON LA FUNCION Z DE RIMMAN

ROOSEVELT CARRILLO MARTINEZ - UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
Humberto Barrios Escobar - Universidad Popular del Cesar

En la ley de radiación teórica encontrada encontrada por Max Planck, para dar explicación a las curvas experimentales del espectro radiación térmica y sus las leyes implícitas como la de Wien y Stefan\_Boltzman, se encuentra una integral que conduce a una relación con la función “Z” de Rimman. En este artículo se encuentra cual es la relación entre la función Z y la ley de Stefan-Boltzmann.

ros carrillom@gmail.com

**Palabras claves:** radiacio de cuerpoi negro, funcion z de rimman.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## APRENDIZAJE DE LOS FENÓMENOS ONDULATORIOS POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO Y DE CAMPO

*Dora Magaly Garcia Ibarra - Universidad Surcolombiana*

La Física es una de las áreas de conocimiento que aparentemente a los estudiantes poco les motiva debido a que muchas veces no la comprenden o no la contextualizan, por tal razón la presente investigación tiene como objetivo contribuir al aprendizaje de los fenómenos ondulatorios por medio de trabajos prácticos de laboratorio y de campo, para aportar de manera significativa en el proceso de aprendizaje, en la generación de habilidades y aptitudes científicas que contribuyan a la solución de problemas sociales del contexto. En el cuestionario inicial la mayoría de los estudiantes presentaron ideas reducidas en cuanto a conceptos, funcionamiento, características y tipos de ondas; a pesar que pocos estudiantes reconocieron el lugar de propagación de las ondas, sus ideas son más escasas respecto al la explicación de fenómenos naturales a partir de elementos conceptuales científicamente más elaborados.

domaga2409@gmail.com

**Palabras claves:** trabajos prácticos, fenómenos ondulatorios.

## **VALORACIÓN DEL IMPACTO DE UN PROCESO EXTRACURRICULAR BAJO EL ENFOQUE AULA TALLER EN CURSOS DE FÍSICA MECÁNICA**

*Alejandro Hoyos Sánchez - Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid*

*Jorge Alberto Gómez López - Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid*

*Julian Fernando Gómez López - Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid -*

En este trabajo se evalúa el impacto del Aula Taller de Ciencias del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid en el rendimiento académico de los estudiantes de cursos de Física Mecánica de la institución, teniendo como variable central la participación de los estudiantes en actividades extracurriculares que en Física Mecánica son ofrecidas y acompañadas en este espacio de formación. Los estudiantes fueron invitados a participar de este espacio y se realizó un seguimiento sobre su desempeño académico teniendo presente los niveles de conceptualización, destreza operativa y solución de problemas. El Aula Taller de Ciencias es un espacio extracurricular para la formación, fortalecimiento, esparcimiento, lúdica y solución de dificultades en diferentes áreas de la ciencia, el cual tiene como propósito romper con la lógica instrumental-tradicional de enseñanza en ciencias. El proceso metodológico con los estudiantes se da a partir del acompañamiento de los docentes y estudiantes monitores, logrando estudiar, analizar, discutir e interactuar constantemente en un ambiente constructivista alrededor de experimentos, actividades didácticas, entre otros materiales potencialmente significativos que contribuyan a mejorar los procesos de conceptualización, comprensión de los fenómenos y aporte a un proceso de formación

profesional sólido. Los docentes del proceso y los instrumentos de valoración que se implementaron para la evaluación, seguimiento y registro de la experiencia, evidencian como la estrategia tiene efectos positivos en el aprendizaje, motivación y contribución en el desempeño académico. Finalmente, se menciona que el trabajo en el Aula Taller muestra una ruta para la construcción de nuevas alternativas pedagógicas que transformen y complementen las labores de docencia tradicional.

alejandro\_hoyos91103@elpoli.edu.co

**Palabras claves:** aula-taller, material didáctico, actividades experimentales, nuevas metodologías de aprendizaje, alternativas pedagógicas, desempeño académico.

EF565O

## **CONSTRUCCION DE OPERADORES DE CREACION Y ANIQUILACION DE ESTADOS CUANTICOS RADIALES PARA EL ATOMO HIDROGENOIDE RELATIVISTA.**

*Roosevelt Carrillo Martinez - Universidad Popular del Cesar  
Juan pacheco B - Universidad Popular del Cesar*

Consistente con el pensamiento epistémico de Heisenberg, quien no aceptaba la continuidad y que según su pensamiento filosófico la relación Inter partes no existe, en consecuencia, se puede explicar los fenómenos cuánticos desde lo discreto sin ningún tipo de onda metafísica que los conecte. En consecuencia, también se pueden crear estados cuánticos radiales a partir de operadores de creación y aniquilación. Haciendo innecesaria la ecuación de onda.



La ecuación relativista de Dirac para el movimiento de un electrón en campo central, como el campo de Coulomb; permite la separación exacta de las variables en coordenadas esféricas. El Hamiltoniano de Dirac conmuta con la cantidad física  $\mathbf{J} = \mathbf{L} + \mathbf{S}$ , esto es que esta cantidad física, es la que se conserva, Con ayuda del anterior principio muy bien fundamentado uno puede obtener las ecuaciones radiales acopladas entre sí. De este par de ecuaciones acopladas se encuentran dos operadores que juegan el papel de operadores de creación y aniquilación de estados cuánticos radiales. Estos operadores cumplen con propiedades de álgebra de Lie del grupo de simetría  $O(1,1)$ .

ros carrillom@gmail.com

**Palabras claves:** operadores ,cuanticos, atomo relativista.

EF571O

## **SIMETRÍA Y CONSERVACIÓN: CONCEPTOS FUNDANTES PARA SECUENCIAR EL CONTENIDO DE LA FÍSICA GENERAL**

*Juan Pacheco Bautista - Universidad Popular del Cesar  
Roosevelt Carrillo Martinez - Universidad Popular del Cesar*

En la última década los medios masivos de comunicación e información han facilitado el acceso de los estudiantes a las temáticas de las asignaturas de física general, en la red global se puede consultar contenidos de física como videos, simuladores, documentos, que complementan los libros impresos de gran impacto. A pesar de todas estas oportunidades, las investigaciones

en la enseñanza de la física muestra que los estudiantes presentan dificultades para identificar los conceptos estructurantes y fundamentales de esta ciencia. Además de los aspectos cognitivos, comunicativos, socioculturales y otros afectan el aprendizaje; los autores de este trabajo consideran que la manera de organizar y secuenciar el contenido en la mayoría de libros impresos no fomenta una visión estructurada de la física, reduciéndose el aprendizaje principalmente a solución de ejercicios. La historia de la física constituye una herramienta didáctica para identificar conceptos estructurantes, algunos de ellos son las simetrías y la conservación. En consecuencia los contenidos deben organizarse estructuralmente desde los primeros de escolaridad hasta los avanzados, tomando como referente estos elementos: simetrías y conservación.

roscurrillom@gmail.com

**Palabras claves:**  
conservacion,simetrias,estructurante,enseñanza.

EF5770

## HOJAS DE CÁLCULO EN LA ENSEÑANZA DEL ELECTROMAGNETISMO

*Jose Ignacio Marulanda Bernal - Universidad EAFIT*

El presente trabajo muestra el potencial de las hojas de cálculo para la enseñanza del electromagnetismo. Para ilustrarlo, se presentan algunos ejemplos de método de momentos aplicado a la solución de la distribución del potencial eléctrico debido a ciertas

configuraciones definidas por condiciones de frontera particulares. Los valores obtenidos numéricamente se comparan con soluciones analíticas para validar la convergencia del método con resultados bastante satisfactorios.

jmarulan@eafit.edu.co

**Palabras claves:** hojas de cálculo, metodos numéricos.

EF578O

## GUÍAS DE ONDA DIELECTRICA PARA LA ENSEÑANZA DEL ELECTROMAGNETISMO

*Esteban Toro Álvarez - Universidad EAFIT*  
*Jose Ignacio Marulanda Bernal - Universidad EAFIT*

En este trabajo se muestra un montaje experimental que ilustra el guiado de ondas electromagnéticas por medio de guías de onda dieléctricas rectangulares en la frecuencia de 10.525 GHz. Con el montaje propuesto se ilustran conceptos tales como modos de propagación, frecuencia de corte, longitud de onda de guía de onda, etc. Los datos obtenidos fueron comparados con simulaciones computacionales hechas con herramientas CAD especializadas con resultados bastante satisfactorios.

jmarulan@eafit.edu.co

**Palabras claves:** guías de onda dieléctricas, simulación de campos.

## VIRTUALIZACIÓN DEL MUSEO INTERACTIVO DE LA CIENCIA Y LA CREATIVIDAD, MICC, DE LA UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA.

*Jhon Fredy Sabi Rojas - Universidad de la Amazonia*  
*Yina Andrea Morales Diaz - Universidad de la Amazonia*

La siguiente investigación es un proyecto realizado por el Semillero de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para la enseñanza de la Física, SEMTICFI de la Universidad de la Amazonia. Se presenta una propuesta para virtualizar el Museo Interactivo de la Ciencia y la Creatividad, MICC, de la Universidad de la Amazonia, comenzando con dos montajes interactivos, los cuales son los que más le llaman la atención a los visitantes del museo. Esta propuesta surge teniendo en cuenta que algunos de los montajes, como “las antenas de sonido” y “hable por usted mismo”, son muy llamativos para los asistentes y la explicación que les da el coordinador del museo sobre su funcionamiento y explicación física en muchas ocasiones no son muy bien entendidas por ellos, por su nivel educativo (estudiantes de primaria y personas particulares) y por ende el conocimiento físico no muchas veces es aprendido ni compartido. Debido a esto, se diseñaron vídeos para mejorar la comprensión de su funcionamiento y applets con los que podrán intercambiar variables para observar que pasa con el montaje. Con este trabajo se contribuye a la enseñanza y aprendizaje de los conceptos físicos presentes en estos montajes, para los visitantes del museo, quienes en su mayoría son

estudiantes de las instituciones educativas del departamento del Caquetá.

ibas1501@gmail.com

**Palabras claves:** tic's, virtualización, montajes, interactividad, aprendizaje, física.

EF586O

## **EL PRINCIPIO DE ARQUIMEDES, DESARROLLO EN TEXTOS ESCOLARES Y UNIVERSITARIOS Y SU APLICACION EN LA ESCUELA**

*Karen Gonzalez Castillo - Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*

*Diana Santana Gomez - Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*

Partiendo de la enseñanza del principio de Arquímedes en los textos universitarios y escolares enfocados en el aprendizaje de la física de los grados décimo y undécimo, se establece un análisis apoyado en el trabajo realizado en los artículos "el estudio sobre el rozamiento en libros de física de nivel universitario; (Concari, Sonia Beatriz, ...)", las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia. Análisis de libros de texto; (Perales, F. Javier) y el capítulo Secuencias didácticas del libro Enseñanza de la física, dificultades y perspectivas, (Segura, Dino). Desarrollando dicho análisis y realizando un trabajo de campo con 36 alumnos del colegio Príncipe de Paz de la localidad de San Cristóbal, Bogotá. Nuestros objetivos han sido categorizar los libros utilizados frecuentemente para la enseñanza y aprendizaje de la física tanto en su enseñanza teórica como en el uso de las ilustraciones para

mejorar la comprensión del lector y evidenciar los errores más frecuentes de los estudiantes frente al concepto de fuerza de empuje. Entre los resultados que se han encontrado hasta el momento se encuentra que el uso de ilustraciones facilita el aprendizaje y memorización a largo plazo y que relacionar las ilustraciones con la vida cotidiana ayuda a hacer un modelo mental de los fenómenos físicos. Concluimos que aunque se evidencian algunos problemas en los libros, no siempre generan un efecto del todo negativo, ya que por lo general cada estudiante contiene ideas previas gracias a su experiencia en lo cotidiano y si el docente hace uso de ellas de forma correcta seguramente el resultado en cada clase será positivo.

k-rito92@msn.com

**Palabras claves:** principio de arquimedes, categorizacion, aprendizaje significativo.

EF589P

## **MODELACIÓN DE LOS EFECTOS DINÁMICOS Y DISIPATIVOS DE UNA BOLA DE BANDAS DE CAUCHO EN UN IMPACTO TRANSITORIO.**

*Mateo Andrés Durán Barraza - Universidad Nacional de Colombia*

*John Morales Aponte - Universidad Nacional de Colombia*

*Jose Daniel Muñoz Castaño - Universidad Nacional de Colombia*

*Andrés Fernando Castillo Ramírez - Universidad Nacional de Colombia*

El rebote de una bola de bandas de caucho contra en suelo es un fenómeno nada trivial, propuesto incluso en torneos internacionales de física. En este trabajo se estudia

sistemáticamente el proceso, tanto de manera teórica como experimental. Desde la teoría, se construye un modelo elastoplástico del material para calcular el coeficiente de restitución para la bola a partir de la energía disipada por deformaciones plásticas en el impacto. Paralelamente, y de manera experimental, se estudia sistemáticamente la relación entre el coeficiente de restitución y el radio (vbg. la cantidad de cauchos). La comparación de los dos establece la validez del modelo propuesto, y constituye un aporte significativo en la comprensión del fenómeno y un ejemplo de la aplicación de los modelos elastoplásticos. Este proyecto muestra cuales son las consideraciones que se deben tener en cuenta a la hora de analizar un cuerpo en estado de deformación plástica, a demás de ser un modelo muy sencillo en el cual se introducen conceptos básicos y no tan básicos de la mecánica de cuerpos no rígidos y de elasticidad, y conjuntamente se resalta la importancia de estudiar estas áreas de la física ya que están presentes tanto en la industria como en la cotidianidad, ya sea el sistema de amortiguación de un carro o acostarse sobre un colchón.

maduranb@unal.edu.co

**Palabras claves:** elastoplasticidad-elasticidad-fenómenos elastoplásticos-bola de bandas de caucho.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN, DE UN LÁSER DIDÁCTICO DE CO<sub>2</sub> PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL**

*Víctor Alfonso Diaz Gomez - Grupo de Instrumentación Científica & Didáctica,  
Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias y Educación Universidad Distrital,  
Bogotá D.C. AXIOMATICA S.A.S.*

*Jose Manuel Florez Perez - Grupo de Instrumentación Científica & Didáctica,  
Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias y Educación Universidad Distrital,  
Bogotá D.C.*

*Edwin Alejandro Diaz Gomez - AXIOMATICA S.A.S.*

La experimentación y la manipulación de instrumentos didácticos y equipos de laboratorio, juegan un papel fundamental en los procesos de enseñanza aprendizaje, teórico – experimental en el área de las Ciencias Naturales, particularmente la Física. A partir de estas actividades se puede evidenciar situaciones de fenómenos naturales que no son visibles directamente, fenómenos que muchas veces pasan desapercibidos por los estudiantes, por ésto, se hace importante la organización de montajes experimentales que estén orientados a establecer las condiciones necesarias para la ocurrencia de un fenómeno determinado. Por consiguiente, en este trabajo de investigación, se ensambló un láser de baja potencia, de fácil manipulación y fácil desmontaje en el cual, se estimula un gas (CO<sub>2</sub>) con el fin de obtener la radiación estimulada, la cual, será utilizada para el desarrollo de cinco (5) prácticas experimentales, las cuales pueden ser desarrolladas con estudiantes de grado 11 o estudiantes de nivel universitario. En estas prácticas se enfatiza en la importancia del uso de la luz “Laser” en actividades cotidianas,



se hace énfasis con términos muy sencillos para facilitar la comprensión en la diferencia sustancial existente entre “Luz” y “Luz Láser”.

[jmflorezp@gmail.com](mailto:jmflorezp@gmail.com)

**Palabras claves:** luz, láser, física, enseñanza aprendizaje, equipos, laboratorio.

EF608P

## OSCILADOR ARMÓNICO AMORTIGUADO POR FRICCIÓN SECA

*Leidy Camila Ortega Rozo - Universidad Distrital - Francisco José de Caldas.*

*Edwin Munévar Espitia - Universidad Distrital - Francisco José de Caldas.*

Típicamente el problema del oscilador armónico amortiguado se discute en los libros de texto introduciendo un término de amortiguamiento viscoso proporcional a la velocidad. Aunque este modelo es altamente pedagógico y su desarrollo analítico es relativamente sencillo, su implementación a nivel experimental puede resultar a veces complicada. Una variación a este problema que muestra algunos aspectos interesantes y que es raramente discutido en los textos es el problema del oscilador armónico en presencia de fricción seca. En este caso, la amplitud del oscilador decrece linealmente con el tiempo mientras que la energía lo hace de forma parabólica; esto contrasta con el decrecimiento exponencial observado en el caso de amortiguamiento viscoso. En este trabajo se presenta el desarrollo tanto experimental como numérico del oscilador amortiguado por fricción seca. El arreglo

experimental consiste de un objeto acoplado a dos resortes dispuestos de manera horizontal que se desplaza a lo largo de un carril de aire. Los datos experimentales son analizados por medio del programa Tracker y comparados con cálculos numéricos llevados a cabo usando un método iterativo estándar de tal forma que se obtenga una mayor comprensión sobre el tema.

katmit-1504@hotmail.com

**Palabras claves:** oscilador armónico, amortiguamiento viscoso, fricción seca.

EF617P

## **CORRECCIÓN A LA TRAYECTORIA DE VUELO DE UN PROYECTIL SEGÚN UN MEDIO VISCOSO: UNA APLICACIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO.**

*Santiago Ortiz Aguirre - Universidad Nacional de Colombia*

*Samuel Gerardo Vela - Universidad Nacional de Colombia*

*Sara Mercedes Fraija Castellanos - Universidad Nacional de Colombia -*

Se ha diseñado un proyecto de investigación en el área de la mecánica de fluidos, en el que se observa de forma clara el procedimiento que ha de seguir un proyecto científico. A saber, la formulación de una pregunta de investigación a partir de antecedentes, el desarrollo teórico (computacional), el planteamiento de las hipótesis, y la presentación de resultados experimentales. Esto permitió negar la hipótesis nula, según la capacidad predictiva de la teoría, y la capacidad de precisión del experimento (incertidumbres). El proyecto está enmarcado en el

estudio de la balística y las correcciones al vuelo de proyectiles por la presencia de fluidos viscosos. Las primeras aproximaciones al problema pasan por alto los efectos del medio en el que un proyectil se mueve, pero el estudio de la mecánica de fluidos, de la mano de las herramientas matemáticas correspondientes, permitió una mejor descripción de la realidad, sin demeritar las primeras y necesarias abstracciones idealizadas del problema en cuestión. El presente trabajo ejemplifica de forma acertada el curso de una investigación en ciencias físicas; demuestra la necesidad de plantear un posible diseño experimental para el problema; y se discuten las ventajas, en términos del avance científico y pedagógico, de la producción conjunta de resultados teóricos y experimentales.

saortizag@unal.edu.co

**Palabras claves:** mecánica de fluidos, epistemología, oseen, euler, proyectil, balística, tiro parabólico.

FA370

## COHERENT COLLECTIVE DYNAMICS AND ENTANGLEMENT EVOLUTION OF POLAR MOLECULES ON 1D LATTICES.

*Karen Rodríguez Ramírez - Universidad del Valle*  
*Vanessa Carolina Olaya Agudelo - Universidad del Valle*

We study a LiCs strongly-interacting molecular gas loaded into an one-dimensional optical lattice at quarter filling. The molecules are in the lowest electronic and vibrational state,  $X^1\Sigma^+$

( $\nu=0$ ). Due to the large intermolecular distance and low filling, dipole-dipole interaction in the nearest-neighbor approximation governs the dynamics of the rotational excitations. For low DC electric field strengths, the full set of rotational levels  $N=0,1$  must be taken into account, nevertheless, our calculations show that very weak fields act as field-selectors disclosing two- and three-level systems out of the original four-level one. The dynamics and the generated von Neumann entanglement entropy among the internal rotational states throughout the evolution are presented for low, moderate and strong fields. We observe a sharp and monotonous growth of the entanglement as the dynamics take place showing the potential of these molecular systems to be used in quantum information protocols. The numerical simulations are performed by means of the Time-Evolving Block Decimation algorithm based on the Matrix Product State formalism and the Suzuki-Trotter decomposition.

karem.c.rodriquez@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** cold molecules, optical lattices, strongly correlated systems, electric dipole moments.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ELECTRONIC PROPERTIES OF A MOLECULAR SYSTEM WITH PLATINUM

*JUDITH HELENA OJEDA SILVA - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

*FABIAN MEDINA - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

*DAVID BECERRA ALONSO - Department of Quantitative Methods, Universidad Loyola Andalucía -*

The electronic properties are studied using a finite homogeneous molecule called Trans-platinum-linked oligo (tetraethenylene)s. This system is composed of individual molecules such as benzene rings, platinum, Phosphore and Sulfur. The mechanism for the study of the electron transport through this system is based on placing the molecule between metal contacts to control the current through the molecular system. We study this molecule based on the tight-binding approach for the calculation of the transport properties using the Landauer-Büttiker formalism and the Fischer-Lee relationship, based on a semi-analytic Green's function method within a real-space renormalization approach. Our results show a significant agreement with experimental measurements.

judith.ojeda@uptc.edu.co

**Palabras claves:** electronic properties, green's functions, renormalization process.

## APLICACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSIÓN NATURALES A PARTIR DE LA AUTOCLAVE

*Daniel Alejandro Pineda Hernandez - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Daniela Garces Lopez - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Pedro Jose Arango Arango - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Belarmino Segura Giraldo - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

Debido a la problemática ambiental, diariamente los investigadores trabajan en soluciones sustentables ecológicamente para los retos cotidianos, siendo uno de estos la corrosión. A pesar de la variedad de soluciones a este fenómeno, muchas tienen un impacto ambiental negativo. Una alternativa latente es el uso de inhibidores de corrosión a partir de plantas y frutos. En el presente trabajo se plantea un método para la aplicación de estos inhibidores de carácter ecológico a los metales. Dicho método consiste en la inmersión del metal a proteger junto con una cantidad del inhibidor en la autoclave. Este procedimiento crea una capa protectora sobre el material retardando el proceso de corrosión. En un primer ensayo se usaron 15g de salvia amarga para obtener el inhibidor mediante extracción soxhelt utilizando 200ml de éter, posteriormente por destilación se obtuvo un extracto más concentrado (20ml), el sustrato fue acero inoxidable 304 de 1 pulgada y el agente corrosivo NaCl al 3.5 % P/P obteniendo una eficiencia del 84,29%. Las pruebas de corrosión fueron realizadas en un potenciostato/galvanostato Gamry 1000.

dapinedah@unal.edu.co

**Palabras claves:** corrosión, inhibidor natural, autoclave.

FA189P

## LA FOTOSÍNTESIS: UNA MIRADA A NIVEL MOLECULAR

*Mariana Ximena Barbosa Vega - Universidad Pedagógica Nacional*  
*Jose Francisco Malagón Sanchez - Universidad Pedagógica Nacional*

La crisis global actual es evidente. inundaciones y sequías, obesidad y hambrunas, pandemias que diezman la población en números considerables, guerras devastadoras en todo el globo (muestras contundentes de nuestras condiciones de inequidad), especies en vía de extinción (y extintas) por el hombre, aumento de la población en cantidades desbordantes generando un crecimiento de la pobreza a niveles nunca antes vistos, excesivo consumo y explotación de recursos planetarios a causa de la industrialización, un antropocentrismo desmesurado y el evidente calentamiento del globo terrestre que amenaza con la extinción de la raza humana; en palabras de Gilberto Cely Galindo: "La crisis ambiental, ocasionada por el hombre, amenaza de muerte tanto al planeta como a la misma especie humana, que pasa de victimaria a víctima por su mala conducta". Nuestra existencia depende de un delicado e imprescindible equilibrio que ha subsistido durante miles de millones de años. Pareciera ser que la línea entre el equilibrio y el caos está a punto de volverse invisible, aquel equilibrio del cual depende nuestra existencia, se está rompiendo de una manera abrupta. La biosfera, capa de la tierra que alberga a los organismos vivientes, es afectada por nuestras formas de vida. Esta parte

orgánica de nuestro planeta, junto con su soporte abiótico, subsiste en unas condiciones muy específicas. Las plantas, realizan todos sus procesos biológicos, necesarios para los demás organismos del planeta, en ciertas condiciones del medio; ¿Qué sucede si alguna de estas condiciones es afectada en lo más mínimo? Un cambio en la radiación que afecta a las moléculas de las plantas, por ejemplo, podría tener terribles consecuencias. El proceso de la fotosíntesis es incondicional para nuestra existencia. Una mirada molecular o quizás atómica a este, podría acercarnos a comprender ciertas condiciones para realizar este proceso y como es afectado por un cambio mínimo de ellas. En este sentido, se pretende realizar una exploración en torno al fenómeno de la fotosíntesis como principal factor en la generación de condiciones de equilibrio para la vida de los organismos del planeta. Asumiendo la fotosíntesis como la base fundamental para la vida, se indagara sobre el proceso que se lleva a cabo en la célula vegetal en su interacción con la luz, buscando responder las siguientes preguntas, ¿Cómo es el proceso de absorción de la luz que llega a la célula vegetal y cómo ésta responde? ¿Cómo se transmite la energía absorbida por la célula en la planta? ¿Qué condiciones son estrictamente necesarias para que se lleve a cabo el proceso fotosintético? Estas son algunas preguntas que surgen cuando se quiere indagar sobre el fenómeno fotosintético, sobre su necesidad para la vida y el equilibrio, las condiciones del contexto actual en el que se desarrolla el proceso más importante para la supervivencia en la tierra y sobre los complejos procesos que se dan dentro de la célula vegetal y sus compartimientos. Abordar el fenómeno de la fotosíntesis desde una perspectiva cuántica tiene grandes implicaciones. Hoy en día sabemos que la mecánica cuántica describe los fenómenos del



mundo que no podemos apreciar con nuestros sentidos ni con nuestros más finos instrumentos de observación. Así que, es una ciencia fundamental para describir aquello que es inapreciable; lo que nos lleva a pensar en la fotosíntesis. Este proceso se basa en la interacción de una molécula con un fotón, dos cosas que en definitiva no podemos ver, y que tal vez no existen físicamente, pero como modelos, describen satisfactoriamente otros fenómenos que los físicos han estudiado con mayor profundidad. En propósito de esta investigación, sin llegar a ser muy pretenciosa, es comprender el proceso fotosintético desde una perspectiva cuántica, considerándola como fundamental en la actualidad para la descripción de procesos a escala microscópica.

dfi\_mxbarbosav890@pedagogica.edu.co

**Palabras claves:** fotosíntesis, moléculas, radiación electromagnética, fotones, mecánica cuántica.

FA1990

## QUANTUM AND THERMODYNAMIC STUDY OF LINEAR AND T-SHAPED ISOMERS OF THE HEBR2 COMPLEX

*Orlando Carrillo Bohórquez - Universidad Nacional de Colombia*

*Álvaro Valdés - Universidad Nacional de Colombia*

*Rita Prosimiti - Instituto de Física Fundamental (IFF-CSIC) -*

In the last decades, Van der Waals complexes (vdW) have been at the focus of much experimental and theoretical effort, in part because the studies of small vdW clusters greatly contribute to a

deeper understanding of intra-molecular energy transfer and intermolecular forces [1]. The HeBr<sub>2</sub> molecule is one of the most studied complexes of this kind, inasmuch as it provides prototype systems for investigation of the nature of the van der Waals weakly bound complexes and for the study of photodissociation dynamics on a single adiabatic potential surface [2]. In addition, the HeBr<sub>2</sub> provides an optimal system to test new methods in the modelling of a molecule. By employing the Born-Oppenheimer approximation and a non-relativistic approach, the triatomic system was described by a hamiltonian of six degrees of freedom, which corresponds to the rotational and vibrational modes of motion of the complex, meanwhile the potential energy surface (PES) was obtained from ab initio calculations [3]. The MCTDH method was used to calculate the lowest energies, confirming the validity of the rigid rotor model. A thermodynamical model, driven by a partition function for the rotational modes, allowed us to find the temperature to which the linear and T-shaped isomers of the molecule coexist [4]. References: [1] Buckingham, A. Fowler, P. Canadian Journal of Chemistry. 1985, 63 (7), 2018-2025. [2] van de Burgt, L. et al. The Journal of Chemical Physics. 1984, 81 (12), 5514-5520. [3] Valdés, Á. et al. Molecular Physics. 2004, 102 (21-22), 2277-2283. [4] Carrillo-Bohórquez O. et al. The Journal of Physical Chemistry. 2016, 120 (47), 9458–9464.

ocarrillob@unal.edu.co

**Palabras claves:** mctdh, van der waals complexes, rotovibrational energies.

## ESTUDIO DE PROCESOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN EN RESIDUOS METALÚRGICOS

*Laura María Echeverry Cardona - Universidad nacional de Colombia sede Manizales*

*Belarmino Segura Giraldo - Universidad nacional de Colombia sede Manizales*

*Daniela Garces Lopez - Universidad nacional de Colombia sede Manizales -*

El presente trabajo se centra en estudiar la sustancia encargada de transportar iones generando una neutralización de cargas en el proceso de óxido- reducción de una celda electroquímica (electrolito) los cuales suelen ser iones hidroxilos ( $\text{OH}^-$ ), iones fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), iones de sulfatos ( $\text{SO}_4$ ) y cloruros, ya que estos presentan iones libres en su composición, dando lugar a una conducción eléctrica. Debido al nivel de contaminación causado por los electrolitos comerciales, se estudió el comportamiento electrolítico de los lodos residuales de industrias metalmecánicas de Manizales adicionando a este cloruro de sodio o zinc, consiguiendo así la reutilización y disminución del impacto ambiental. Estos fueron caracterizados mediante análisis de celda de energía de un potenciostato/galvanostato en la cual se obtiene curvas de carga y descarga de los medios electrolíticos, permitiendo concluir que el adicionar los cloruros estos garantizan la eficiencia al momento de almacenamiento de carga, espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR) y difracción de rayos X (DRX) permite observar la presencia de iones hidroxilos, iones fosfatos, iones sulfatos y cloruros en los sedimentos metalúrgicos entre estos se destaca la presencia de  $\text{MnO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  y  $\text{ZnO}$ , por cual se le otorga

la función de medio electrolítico en una celda electroquímica. Demostrando así, que se obtuvo el comportamiento electrolítico esperado de los lodos en celdas electroquímicas, obteniendo una respuesta acertada al momento de generar energía eléctrica a partir de energía química.

lmecheverryc@unal.edu.co

**Palabras claves:** lodos metalúrgicos , celdas electroquímicas, electrolito, proceso de óxido – reducción.

FA3480

## ESTUDIO DE LA BIOACTIVIDAD DE LA HIDROXIAPATITA.

*Jhan Danilo Salazar Martinez - Universidad Nacional de Colombia*

*Paola Andrea Forero Sossa - Universidad Nacional de Colombia*

En este trabajo se realiza un estudio de la bioactividad de la hidroxiapatita (HAp) natural sometida a tratamientos térmicos a 600°C, 700°C, 800°C. Se prepararon pastillas con polvos de HAp que fueron obtenidos y caracterizados en un estudio previo realizado por el grupo. Se incubaron las pastillas en fluido biológico simulado (SBF) a 37°C durante 7, 14 y 21 días, y luego se realizaron estudios de la estructura cristalina mediante la técnica de caracterización de difracción de rayos X (XRD) donde se determinó la fase cristalográfica de la apatita formada, el porcentaje de cristalinidad, y el parámetro de red; se realizaron análisis químicos mediante Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) comparando los grupos

funcionales antes y después de la inmersión en fluido biológico. Finalmente, el análisis morfológico y composicional se realizó con las técnicas complementarias de Energía de dispersión de Rayos X (EDS) y Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) para determinar el tamaño y forma de grano y la relación Ca/P de las pastillas de HAp después del período de incubación.

jhdsalazarma@unal.edu.co

**Palabras claves:** bioactividad, hidroxiapatita, sbf.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## DISTRIBUCIÓN DE MOMENTO Y ESPECTRO DE POTENCIA EN CASCADAS DE ENERGÍA EN CONDENSADO DE BOSE-EINSTEIN FUERA DE EQUILIBRIO

*Franklin Adán Julca Vivanco - Instituto de Física de São Carlos - Universidade de São Paulo*

*Amilson Rogelso Fritsch - Instituto de Física de São Carlos - Universidade de São Paulo*

*Pedro Ernesto Schiavinatti Tavares - LENS e Dipartimento di Fisica, Università di Firenze*

*Arnol Daniel García Orozco - Instituto de Física de São Carlos - Universidade de São Paulo*

*Gustavo Deczka Telles - Instituto de Física de São Carlos - Universidade de São Paulo*

*Vanderlei Salvador Bagnato - Instituto de Física de São Carlos - Universidade de São Paulo*

El estudio de sistemas cuánticos, como el condensado de Bose-Einstein (BEC), se tornó una herramienta muy importante en el estudio de sistemas de muchos cuerpos y materia condensada. En el estudio de gases cuánticos fuera del equilibrio, son pocos los grupos que trabajan en esta línea de investigación, tanto en la parte experimental en generación de BEC turbulentos; como en la teórica para caracterizar sistemas fuera de equilibrio como: turbulencia cuántica o decaimiento de vórtices. Una de las formas de caracterizar los sistemas fuera de equilibrio es a través de la distribución de momento, la cual presenta una cascada de energía característica para sistema dentro de un régimen turbulento en gases clásicos. Las cascadas de energía siguen una ley de potencia

bien definida, su exponente (comúnmente utilizado el exponente  $\gamma$ ) contiene información del tipo de régimen de turbulencia presente. En este trabajo presentamos algunos resultados que caracterizan un sistema fuera de equilibrio fuera de equilibrio, el cual es obtenido a través de la excitación de un BEC de Rb87 obtenido en una trampa magnético tipo QUIC. Después de obtener condensado, es excitado usando un campo magnético oscilatorio superpuesto al campo magnético de la trampa. Usando la técnica de imagen en tiempo de vuelo obtenemos el perfil de distribución del momento a partir de las imágenes de absorción. Del perfil de distribución de momentos es obtenido el exponente  $\gamma$ . El valor de  $\gamma$  fue analizado para diferentes tiempo de excitación y energía suministrada. Los resultados muestran que el sistema entra en un régimen cinéticamente dominado caracterizado por un valor constante de  $\gamma$ .

arnolgarcia@usp.br

**Palabras claves:** condensado de bose-einstein, distribución de momento, turbulencia cuántica.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## MEDIDA DEL PH A TRAVÉS DE UN INSTRUMENTO VIRTUAL CONTROLADO POR LABVIEW

*Harvey Ariel Arévalo Caicedo - Universidad de América*

*Willian Andrés Vallejo - Universidad Nacional*

*José Rafael Narváez Altamiranda - Politécnico Grancolombiano*

*Cesar Augusto Quiñones Segura - Politécnico Grancolombiano*

Por medio de éste proyecto se busca el desarrollo y elaboración de un electrodo selectivo de pH mecánicamente resistente y de fácil elaboración empleando una interfase sensible W/WO<sub>3</sub>. Como valor agregado a éste proyecto, el electrodo elaborado está acoplado a un instrumento virtual de adquisición de datos elaborado en el lenguaje de programación LabVIEW. Se elaboraron electrodos que presentan respuesta al pH en el rango entre 45 y 33 mV. La respuesta de la interfase superficial presenta una variación aproximada de 37 mV por unidad de pH. Fueron evaluados en soluciones de ácido acético y de pH indicado a fin de determinar la respuesta al cambio del pH, la estabilidad durante la medición a pH indicado y la relación lineal E(mv)-pH para cada electrodo. Dicha relación de equilibrio potencial-pH de Wolframio, se ilustró por medio de un diagrama de Pourbaix para el sistema wolframio-agua. A diferencia de un electrodo de pH comercial, cuya variación de potencial es de 59 mV por unidad de pH, los electrodos elaborados presentan variaciones medias de 44 mV y 34 mV respectivamente, por medio de lo cual se infiere que el producto elaborado presenta una resolución y sensibilidad al cambio de pH menor que la presentada por el electrodo de vidrio.



**Palabras claves:** determinación potenciométrica del ph;  
wolframio – óxido de wolframio; instrumentación virtual;  
labview.

FA466O

## **OBTENCIÓN DE MEMBRANAS A PARTIR DE ÓXIDO DE GRAFENO PARA LA DESALINIZACIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN**

*Brayan Alberto Arenas Blanco - Universidad Industrial de Santander*

*Rafael Cabanzo Hernández - Universidad Industrial de Santander*

*Nelson Gutierrez Niño - Universidad Industrial de Santander -*

El desarrollo de nuevos materiales, resultado de avances tecnológicos, obliga a explorar su uso en la solución de problemas ambientales [1]. Es bien conocido que uno de los problemas abiertos en la extracción de petróleo es el relacionado con el tratamiento de la denominada “agua de producción”, definida como el agua que se encuentra naturalmente en los yacimientos, la cual afecta enormemente el ecosistema y pone en riesgo la vida en general debido a su gran contenido de contaminantes e impurezas [2]. Debido a esto, en los últimos años se han buscado alternativas para su tratamiento, utilizando filtros o membranas a partir de materiales de bajo costo y alta efectividad. Entre estos materiales se destaca el óxido de grafeno, el cual ha sido un gran candidato para la fabricación de barreras utilizadas en procesos de separación de sustancias [3]. En este trabajo se presenta una metodología para el tratamiento de agua de producción, utilizando membranas de

óxido de grafeno fabricadas a partir de procesos físico-químicos, reportando las variaciones del contenido catiónico presentes en dicha agua. Cada etapa de la investigación y los resultados obtenidos fueron caracterizados por las técnicas de espectroscopía Raman, Espectroscopía Infraroja, Espectroscopía UV-VIS, espectroscopía Láser inducido por plasma (LIBS) y medidas de conductividad.

micojak12@hotmail.es

**Palabras claves:** óxido de grafeno, reducción química, porosidad, agua de producción.

FA5370

## MATERIALES CON CONDUCCIÓN IÓNICA Y CONDUCCIÓN ELECTRÓNICA APLICADO EN CELDAS DE COMBUSTIBLE DE HIDRÓGENO DE ÓXIDO SÓLIDO

*Harby Alexander Martinez Rodriguez - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

*Fabián Jurado - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

*Armando Reyes Rojas - Centro de Investigación de Materiales Avanzados*

*Alonso Concha Balderrama - Centro de Investigación en Materiales Avanzados*

## FISICA Y REALISMO MAGICO

Durante las últimas décadas, la demanda de energía del planeta es cada vez superior, un factor controversial es la dependencia de los combustibles fósiles, provocando la formación de gases de efecto invernadero y sobrepasando el “punto irreversible” de temperatura por más de 2 grados Celsius entre 2016 y 2017, este efecto impide

el uso de recursos vitales como el agua y en lugares de difícil acceso imposibilita obtener energía a las personas de manera económica. Entre las alternativas para contrarrestar estos inconvenientes las energías renovables han tomado un gran valor desde el ámbito científico, económico y de prioridad humanitaria. Una celda de combustible está conformada por tres partes principales, ánodo, electrolito y cátodo, en el cual se suministra hidrógeno como combustible por el ánodo a cierta presión, en simultaneo el oxígeno es ingresado por el cátodo, al entrar en contacto el hidrógeno con el ánodo – electrolito se fomenta el mecanismo de (TFF) Triple Frontera de Fase, al mismo tiempo el gas de oxígeno se descompone en iones e ingresan al cátodo en las vacancias de la estructura del material involucrado, en dirección con el electrolito al estar en dicho contacto cátodo – electrolito se produce el TFF y eso permite la recolección de los electrones y la formación de agua en forma de vapor. Entre los materiales utilizados en celdas de combustible de óxido sólido en el ánodo se encuentra el material de Ni – YSZ que posee excelente características, mecanismo de transporte iónico, eléctrico, y permite el transporte del gas mediante sus poros ayudando en el proceso de oxidación del hidrógeno, ya que el YSZ funciona como estructura de estabilidad térmica y estructural del material. Para el caso de electrolito, sus características parten de la alta conducción iónica y baja o nula conducción eléctrica, por ahora comercialmente este tipo de materiales funcionan a temperaturas superiores de 800 °C, entre los materiales utilizados se encuentra el GDC y el ESB los cuales al poseer un gran porcentaje de vacancias hacen que los iones de oxígeno se movilizan fácilmente. El Cerio al entrar en contacto con el oxígeno, cambia su estado de

oxidación de  $Ce^{4+}$  a  $Ce^{3+}$  permitiendo la movilidad eléctrica y esto afecta drásticamente la movilidad iónica, en el caso del Bismuto se descompone en Bi metálico al entrar en contacto con ambientes de reducción como  $H_2$  o  $CH_4$ . La estrategia más utilizada es utilizar una doble capa de electrolito compuesta por estos materiales lo que permite que los procesos anteriores no se presenten. Las características del cátodo van desde la alta actividad catalítica, alta conductividad iónica y eléctrica, entre los candidatos a ser material de cátodo se encuentra la manganita de  $LaSrMnO$ , pero su actividad de movilidad iónica solo se presenta a temperaturas mayores a los  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ , entre otros materiales utilizados como cátodo son las manganitas de  $PrBaMnO$  los cuales presentan una mejor actividad catalítica y conducción iónica a temperaturas intermedias permitiendo ser mejores candidatos además de presentar altos valores en densidad de potencia. Para los materiales relacionados anteriormente requieren que su coeficiente de expansión térmica sea muy cercana entre todos los componentes de la celda al igual que estos posean estabilidad estructural y química. Otro factor importante es la síntesis de dichos compuestos entre dichas técnicas se encuentra Sol – Gel para obtener las nanopartículas, Tape Casting para obtener el ánodo, Magnetron sputtering para obtener los electrolitos y Screen printing para obtener el cátodo .

hamartinezr@unal.edu.co

**Palabras claves:** tpb, sofc, materiales iónicos, materiales electrónicos, tec, hidrogeno - oxígeno.

## IMPACTO DE LA FUERZA IÓNICA EN LA ACUMULACIÓN DE METALES PESADOS EN MEDIOS ACUOSOS UTILIZANDO SENSORES DGT

*Maryuri Narvaez - Universidad del Tolima*

*Ramiro Uribe - Universidad del Tolima*

*Luis Fernando Rodríguez - Universidad del Tolima*

Debido a su naturaleza tóxica y a su amplia difusión, la contaminación por metales pesados se ha convertido en un importante problema ambiental. Para entender y reducir al mínimo los efectos nocivos de tales elementos en el medio ambiente y en la salud humana, existe la necesidad de desarrollar una capacidad de análisis significativa para la determinación, de manera rápida y precisa, de las concentraciones de metales pesados en medios naturales. Una importante técnica de análisis ampliamente utilizada para medir la concentración de una gran variedad de especies en aguas, suelos y sedimentos, es conocida como los sensores DGT (Diffusive Gradient in Thin Films). En estos dispositivos, usualmente, la masa acumulada se interpreta en términos de la forma lábil de la especie que se midió, usando una ecuación simple que se aplica en condiciones de estado estacionario. Sin embargo, otras variables como el pH o la fuerza iónica afectar la acumulación en DGT. Estudios previos indican que la acumulación de Co, Ni y Cd, en presencia de ligandos cargados, puede verse afectada al disminuir la fuerza iónica en el rango de  $10^{-4}$  M a 0.5 M. Esta disminución en la acumulación de metal no puede ser cuantificada con la interpretación tradicional, pero podría ser parcialmente explicada por la repulsión electrostática entre las cargas negativas

de la capa de resina del DGT y las especies dominantes de complejos negativos. En este trabajo se analizan los resultados de la acumulación de Co, Ni y Cd en presencia de dos ligandos que forman complejos con diferentes cargas, de manera que se pueda cuantificar por separado el efecto electrostático.

rauribe@ut.edu.co

**Palabras claves:** dgt, fuerza iónica, metales pesados.

FA557P

## ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DEL HIELO CÚBICO

*Daniel Ernesto Aragón Medina - Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Henry Mauricio Ortiz Salamanca - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

El hielo cúbico obtenido generalmente por deposición de vapor de agua a temperaturas inferiores a los 143 K, no es tan común, sin embargo en los casquetes polares se puede encontrar bajo condiciones de presión cercanas a los 200 MPa y temperaturas aproximadas de 235 K. Ahora, bajo condiciones de presión y temperatura ambiente, se ha estudiado la fase cúbica de la molécula de agua (H<sub>2</sub>O). En ella se reproducen los parámetros estructurales mediante cálculo de primeros principios, los cuales se compararon con lo reportado experimentalmente por L. G. Dowell et.al.[1]. Los cálculos están desarrollados dentro del modelo teórico de la DFT. En este, se resuelven las ecuaciones de Khon-Sham mediante el uso de pseudopotenciales tipo LDA y GGA, construidos

mediante los esquemas de Vanderbilt [2] y PBEsol. [1] L. G. Dowell et al Nature 188 (1960) 1144-1148. [2] C. Lee et al Physical Review B 47-9 (1993) 4863.

dearagonm30@gmail.com

**Palabras claves:** hielo cúbico, estructura cristalográfica, métodos ab-initio, pseudos tipo vanderbil y pbesol.

FA597O

## ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ELECTRÓNICAS DE SISTEMAS MOLECULARES DERIVADOS DE LA RODANINA

*Duvalier Madrid Úsuga - Universidad del Valle*  
*John Henry Reina Estupiñan - Universidad del Valle*  
*Alejandro Ortiz - Universidad del Valle*  
*Carlos Andres Melo Luna - Universidad del Valle*

Las propiedades de interface en sistemas moleculares, influyen en la cantidad total de sensibilizantes de carga, los cuales determinan la eficiencia de recolección de luz en materiales fotovoltaicos. De este modo, caracterizar las propiedades ópticas, electrónicas y de transporte de carga en sistemas de este tipo asegura el diseño de celdas de alto rendimiento. Adicionalmente, debido a que la rodamina se emplea como fragmento electro-aceptor de compuestos orgánicos de interés en reactivos analíticos de segundo orden no lineales, y recientemente como colorante orgánico libre de metales para la fabricación de celdas solares sensibilizadas con colorantes (DSSC). En este trabajo se determinan estas

propiedades para compuestos funcionales tipo Push-Pull consistentes en derivados de rodamina como la dicianorodanina+4-dimetilaminobenzaldehído. Esta molécula tiene una mayor absorción a 388.2 nm de longitud de onda, y cuenta con una longitud lineal de 1.46 nm, dentro de los cuales la parte donora y aceptora se separan por un puente de propileno de 2.5 amstrong. Se estudiaron precisamente los modelos: 1. dicianorodanina+4-dimetilaminobenzaldehído mas Metanol, y 2. dicianorodanina+4-dimetilaminobenzaldehído aislada, en donde, a través del análisis de la energía de reorganización, se determinó que estos sistemas son apropiados para el transporte de electrones. Adicionalmente, se analizó la tasa de transferencia de carga intramolecular a partir de la densidad electrónica de los orbitales moleculares fronterizos y de los espectros de absorción. En estos espectros se observaron desplazamientos batocrómicos, es decir, corrimientos de la longitud de onda máxima de absorción hacia una mayor longitud de onda o de menor energía, cuando se consideran los efectos del metanol sobre el sistema. Finalmente, este estudio permitió concluir que estos sistemas son promisorios para la construcción de celdas solares.

duvalier.madrid@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** estructura melécular, estados electrónicos, espectro de emisión, molécula.



## PROPIEDADES ESTRUCTURALES DEL TIO<sub>2</sub> EN FASE ANASTASA

*Duver David Daza Salgado - Universidad Distrital FJC*  
*Angie Alejandra Gonzalez Ospina - Universidad Distrital FJC*

El estudio de cristalografía se realiza con el objetivo de analizar la estructura de diversos materiales que se obtienen de la naturaleza. El TiO<sub>2</sub> es un material que difiere de aplicaciones por sus propiedades, utilizada especialmente en el campo de los catalizadores y recubrimientos, además es un material de bajo costo y químicamente estable que cristaliza en estructura, rutilo, anastasa, brookita y PbO<sub>2</sub> de alta presión. Es de nuestro interés para este trabajo la fase anastasa por su estructura octaédrica, con el fin de estudiar sus propiedades ópticas y electrónicas, se obtuvieron diferentes datos de los parámetros estructurales de la configuración de mínima energía. Usando el modelo de la DFT con pseudopotencial LDA y GGA, mediante curvas de energía-volumen y haciendo uso de la ecuación de estado de Birch-Murnaghan se logró analizar los resultados infiriendo la información del material.

daviid.dazas@gmail.com

**Palabras claves:** dft, anastasa, tio<sub>2</sub>, estructura.

## COMPORTAMIENTO DE COMPENSACIÓN E HISTÉRESIS DE UN NANOHILO FERRIMAGNÉTICO CORE-SHELL CON ESPÍN $-5/2$ Y ESPÍN $-3/2$ : SIMULACIÓN MONTE CARLO

*Maria Camila Barrero Moreno - Universidad Nacional de Colombia- Sede Manizales*

*Juan David Alzate Cardona - Universidad Nacional de Colombia- Sede Manizales*  
*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia- Sede Manizales*

Las propiedades de los sistemas tan pequeños como las nanopartículas core-shell tienen sorprendentes resultados en cuanto al aspecto de las propiedades físicas y químicas que varían con el tamaño. Por medio de simulaciones Monte Carlo, usando el algoritmo Metropolis, se estudió el comportamiento de compensación y crítico, realizando además ciclos de histéresis en nanohilos core-shell con espín mixto Ising  $S = \pm 1/2, \pm 3/2, \pm 5/2$  y  $\sigma = \pm 1/2, \pm 3/2$ , con una interfaz de acople ferrimagnética radio de core 5 celdas unidad y radio de shell 2 celdas unidad. La influencia de las constantes de intercambio magnética y el campo cristalino se observaron en el comportamiento crítico y de compensación. Además, se analizó como un campo externo aplicada influencia el comportamiento de la temperatura de compensación y crítica, llevando a cabo curvas de histéresis a diferentes temperaturas, con el fin de observar el cambio en el campo coercitivo, la magnetización remanente y el área del ciclo de histéresis. Para un sistema con valores dados de constantes de interacción magnética y anisotropía magnetocristalina, es necesario que se cumplan dos requisitos. Primero, la magnetización del core tiene más peso que

la del shell, en la magnetización total del sistema, ya que hay mayor número de iones en el core que en shell. Segundo, la constante de intercambio del shell ( $J_s$ ) debe ser superior a un cierto valor de  $J_s$  mínimo, para cierta constante de intercambio del core ( $J_c$ ). Por otra parte, para valores dados de  $J_s$  y  $J_c$ , el punto de compensación sólo puede existir para ciertos valores de la constante de anisotropía del campo cristalino ( $K_v$ ). Para valores altos de  $K_v$ , la temperatura crítica continúa aumentando con  $K_v$ , a diferencia de la temperatura de compensación, que alcanza un valor de saturación y permanece constante.

marcbarreromor@unal.edu.co

**Palabras claves:** temperatura de compensación, histéresis, core-shell, temperatura crítica.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## IMPLEMENTACIÓN COMPUTACIONAL PARA MODELADO DE ESPECTROS DE ENERGÍA EN SISTEMAS CON BICAPAS DE GRAFENO

*Mario Alejandro Bernal Ortiz - Universidad el Bosque*

*Camilo Andrés Espejo Pabón - Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano*

Entendiendo a la Simulación como la reproducción, en forma y/o contenido, de los aspectos de un sistema y al Modelado como la interpretación de dicho sistema en el cual se obtiene alguna información relevante; existen diversos objetivos de aprendizaje implícitos en los procesos de modelado y simulación propios del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, superior y de ordenamiento para la resolución de problemas. Desde tal perspectiva, previo modelado geométrico-estructural de sistemas multi-atómicos bidimensionales de grafeno, el trabajo pretende reflejar un proceso sistémico de Modelado y Simulación Computacional de espectros y bandas de energía de tales sistemas gráficos, comparando y presentando los resultados teóricos, gráficos y numéricos obtenidos en un modelo híbrido (DFTB) entre el modelo analítico de Enlace Fuerte (Tight-Binding. TB), con los resultados obtenidos al modelar los respectivos sistemas aplicando la Teoría del Funcional de Densidad (Density Functional Theory. DFT) utilizando ABINIT. Para este fin, con base en energías de enlace atómico de referencia en artículos científicos, se realiza una implementación computacional propia del modelo TB, para calcular espectros y bandas de energía en monocapas y bicapas de grafeno tipo AA y AB, obteniendo generalizaciones algorítmicas

que permiten su equivalente desarrollo en bicapas de grafeno con presencia de ángulos de rotación entre los planos de las monocapas de grafeno. Posteriormente, las energías de enlace de referencia para el modelamiento TB de los sistemas grafénicos son recalculadas y ajustadas a las estructuras de bandas modeladas paralelamente con DFT formalizando un modelo híbrido DFTB para el grafeno que permite valida los resultados obtenidos en la experimentación numérica con DFT.

bernalmarioortiz@unbosque.edu.co

**Palabras claves:** modelado, simulación, grafeno, bicapa rotada, espectro de energía, banda de energía.

FC770

## **SIMULACIONES TIPO MONTE CARLO PARA SOLUCIONAR EL MODELO DE ISING 2D**

*Nadia Rivera - Universidad del Valle*  
*Santiago Figueroa - Universidad del Valle*  
*Karen Rodríguez - Universidad del Valle -*

Las simulaciones de Monte Carlo han sido una herramienta de gran utilidad en el estudio de las propiedades de los sistemas de muchas partículas debido tanto a su alta eficiencia computacional, como a su capacidad para obtener la evolución temporal de sistemas complejos reproduciendo estados dentro y fuera del equilibrio. En este trabajo se exponen algunos aspectos generales del modelo de Ising bidimensional en ausencia y en presencia de un campo magnético externo y su solución numérica en el régimen

ferromagnético. Para el estudio de las propiedades estadísticas del sistema, se emplean tres algoritmos de tipo Monte Carlo: Metropolis, Wolff y Wang-Landau; se muestran generalidades de dichos algoritmos, se comparan y se resaltan sus principales diferencias, se caracterizan los algoritmos tipo single-site y tipo cluster, se muestran sus implicaciones computacionales así como sus ventajas y desventajas en la solución del modelo y se obtienen los siguientes observables físicos en función de la temperatura: energía, magnetización, calor específico, susceptibilidad magnética, binder cumulant y densidad de energía. Por último, se resalta la facilidad de paralelización de este tipo de algoritmos proponiendo, por un lado, OpenMP en memoria compartida y por otro lado, usando HTCondor en memoria distribuida para hacerlo.

nadia.rivera@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** ising 2d, metropolis, wolff, wang-landau, paralelización.

FC83P

## ALGORITMO DE WANG-LANDAU PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE ESTADOS EN MODELOS DISCRETOS DE ESPINES.

*Santiago Figueroa - Universidad del Valle*

*Nadia Rivera - Universidad del Valle*

*Karen Rodríguez - Universidad del Valle -*

Las simulaciones Monte Carlo se han utilizado extensamente para solucionar una amplia variedad de problemas en mecánica

estadística. Muy probablemente la más usada ha sido el algoritmo de Metropolis, sin embargo, éste no conduce a una determinación directa de la densidad de estados, útil para la posterior evaluación de la función de partición del sistema y por tanto, el cálculo de cualquier observable termodinámico de interés, incluyendo las funciones de correlación. En este trabajo se discute e implementa el algoritmo de Wang-Landau, el cual soluciona el problema de la convergencia críticamente lenta en sistemas con transiciones de fase de segundo orden o continuas. Éste, es un algoritmo iterativo que genera un histograma de la distribución de energías durante una caminata aleatoria en el espacio de éstas. El perfil de la densidad de estados, se genera forzando a la caminata a visitar con más frecuencia las regiones de energía donde la densidad de estados es menor, y como resultado, genera un histograma plano y finalmente, de iteración a iteración, refinamientos a la densidad de estados son realizados obteniéndose una buena aproximación de ésta. El algoritmo de Wang-Landau es usado para solucionar el modelo de Potts de  $q$ -estados, el cual es una generalización del modelo de Ising ( $q=2$ ). Se presentan diferentes observables como la energía interna, la magnetización, el calor específico y la entropía.

santiago.figueroa@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** wang-landau, potts, monte carlo, densidad de estados, paralelización.

## MAGNETIC TEXTURES WITH RKKY INTERACTION: A MONTE CARLO APPROXIMATION

*Jose Dario Agudelo Giraldo - Universidad Nacional de Colombia sede Medellin*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

*David Landau - The University of Georgia*

The systems that show nanoscale magnetic patterns are governed by electronic structures and competing local interactions. These heterogeneities are mediated by the dimensions that determine the functionality and macroscopic properties. Experimental studies of these materials with reduced length and time scales are limited and require of reconstructions of ferromagnetic ordering from the X-ray spectrohologram. These patterns are denominated here as magnetic textures. This work proposes the combination of three factors for explaining the possible causes of magnetic textures. First, Combination of an FM interaction to first neighbors with an AFM interaction to relatively long distances. For this case a RKKY shape of magnetic interaction should be used. Second, the presence of a surface anisotropy in perpendicular direction of the film. And Third, the effect of thickness. Simulations via Monte Carlo method under the metropolis algorithm are presented. The spin moment orientations were implemented according to the classical Heisenberg model. The results show a stronger correlation at a short number of levels. One characteristic domain wall length is found around of the distance of the AFM neighbors. This length defines different behaviours on the surface moments at a thickness with values lower equals and greater that this.



**Palabras claves:** magnetic textures, rky interaction, monte carlo method, thin films.

FC880

## CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS MATRICIALES DE COULOMB PARA PORTADORES DE CARGA CONFINADOS EN POTENCIALES ARMÓNICOS

*Hugo Alexander Fonseca Montaña - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC*

*Hanz Yecid Ramírez Gómez - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC*

El desarrollo de técnicas de crecimiento de nanoestructuras por métodos coloidales y epitaxiales han conducido a un notable nivel de control de forma, tamaño y composición, que potencia sus aplicaciones en diversos campos como la nanomedicina, la optoelectrónica y la computación cuántica. En el proceso de funcionalización y optimización de nanoestructuras para aplicaciones, la inclusión y caracterización de la interacción electrostática entre partículas cargadas, que se incrementa significativamente a medida que la dimensionalidad de los sistemas se reduce, es de gran importancia. En este trabajo se presenta un método para hallar los elementos de la matriz de Coulomb para dos portadores de carga confinados en potenciales armónicos tridimensionales con simetría azimutal. En el marco de la representación de ocupación, y usando las propiedades del potencial de Coulomb en el espacio recíproco, los elementos

matriciales son obtenidos en términos de los doce números cuánticos que caracterizan los estados inicial y final del sistema de dos partículas, y de funciones analíticas incorporadas en diversos lenguajes de programación. Los resultados obtenidos permiten la obtención sistemática de elementos matriciales necesarios para cálculos de interacción de configuraciones (CI), y para la estimación perturbativa de la corrección de Coulomb en sistemas fuertemente confinados.

hugoalexander.fonseca@uptc.edu.co

**Palabras claves:** puntos cuánticos, interacción de configuración, nanoestructura, interacción de coulomb.

FC890

## TÉCNICAS DE INTEGRACIÓN MONTECARLO MULTIDIMENSIONALES

*Julio César Leal Reina - Fundación para la Educación Superior San Mateo*  
*Sergio Iván Carrillo Guerrero - Fundación para la Educación Superior San*  
*Mateo*

En este trabajo se exploran dos técnicas de integración numérica tipo Monte Carlo. Primero se estudia una implementación de mapas auto-organizados para afinar el muestreo del integrando en base a sus contribuciones a la integral. Se encuentra que la dinámica de estas redes permite de manera eficiente interpolar el gráfico de la función a integrar y con base en esta interpolación se proponen funciones de densidad para el muestreo del integrando. Por otra parte, la evolución compleja de estos mapas hacen que en

casos sea difícil optimizar estas funciones de densidad. Segundo, se presenta una prueba de concepto de un nuevo algoritmo para integración numérica en 2 y 3 dimensiones que emplea redes de dimensión nativa sobre el dominio de integración. Se presenta un mecanismo básico para optimizar dichas redes. A través de un muestreo relevante se construyen funciones de densidad óptimas. Las redes tienen una geometría flexible que les permite adaptarse a las características del integrando y son de tamaño fijo. Esto las diferencia de las redes de integración en el algoritmo Vegas o sus extensiones. El algoritmo puede extenderse de manera natural a  $n$  dimensiones.

jcleal@sanmateo.edu.co

**Palabras claves:** montecarlo, vegas, adaptativo, integración, espacios de fase.

FC1050

## **MAGNETIC ANALYSIS OF THE COMPETITION SURFACE ANISOTROPY VS DIPOLAR INTERACTION IN THIN FILM. A MONTE CARLO APPROACH**

*Helver Augusto Giraldo Daza - Universidad de Manizales*

*Jose Dario Agudelo Giraldo - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellin*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales -*

An atomistic study of the competition between surface anisotropy and the dipolar interaction on the magnetic properties of thin films is presented. For this, a Monte Carlo Simulation of spin moments on thin films was performed. Surface anisotropy tends to align

magnetic moments in the direction perpendicular to the film, while dipolar interaction tends to align them in the plane. Furthermore, the competition involves the effect of temperature and the thickness of the sample. A radius for two replicas was implemented for the long-range dipole interactions. Cubic magneto-crystalline anisotropy was also considered. Results show that the effect of surface anisotropy appears at temperatures lower than that of the critical temperature. A change in perpendicular alignment to the plane of magnetic moments is observed when thickness increases. The effects of this competition on the hysteresis loop were evaluated at different thicknesses and temperatures. The coercive field shows exponential decreasing behavior with temperature when the external field points toward  $x$  direction. The coercive field was also evaluated in the perpendicular direction

hdaza@umanizales.edu.co

**Palabras claves:** monte carlo simulation; metropolis algorithm;  
surface anisotropy; dipolar interaction; histeresys loop.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## CALCULO DE BLINDAJES PARA EL ALMACENAMIENTO FIJO DE FUENTES DE 241AM – 9BE USADAS EN INSPECCIÓN PETROLÍFERA.

*Maria Angelica Sandoval Garzon - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

*Segundo Agustin Martinez Ovalle - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

La fuente de 241Am – 9Be es utilizada en los laboratorios debido a su bajo costo, flexibilidad y portabilidad, pero también es usada en la industria petrolífera en sondas de perforación. Esta fuente tiene una vida media de 432.7 años y emite un espectro no uniforme de neutrones hasta varios MeV y un espectro de fotones que contribuyen a un 37.5 % de la actividad total de la fuente. Las aplicaciones y las características de la fuente hacen que el diseño y la construcción del blindaje se fundamenten en la protección al personal expuesto. Generalmente se utilizan materiales de alto número atómico para blindar radiaciones de alta energía, pero estos no son capaces de atenuar los neutrones, a diferencia de los materiales de bajo número atómico, las combinaciones de estos materiales hacen que el diseño del blindaje requiera ser estudiado y analizado en detalle. En este trabajo se estudió mediante Monte Carlo, utilizando el código MCNPX un contenedor de almacenamiento fijo (diseñado a partir de información del fabricante) que alberga fuentes de 241Am – 9Be de hasta 20 Ci. Se realizaron cálculos combinando diferentes materiales de bajo Z como: parafina, acero, agua y concreto. Se ubicaron detectores fuera y dentro del contenedor para calcular la fluencia de neutrones

y de fotones. A partir de estas fluencias se calculó el equivalente de dosis fuera del contenedor para establecer las tasas permisibles al público y se compararon los resultados con las mediciones experimentales.

mariaangelica.sandoval@uptc.edu.co

**Palabras claves:** blindaje de neutrones , fuente de 241 am- 9be .

FC1080

## **DISEÑO DE BLINDAJES ESTRUCTURALES PARA EL TRANSPORTE DE FUENTES DE 241AM – 9BE**

*Alejandra Maria Garcia Rodriguez - Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia*

*Segundo Agustin Martinez Ovalle - Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia*

En este trabajo se estudió mediante método Monte Carlo el blindaje requerido para el transporte de fuentes de Am-Be que son usadas en sondas para el perfilaje de pozos petrolíferos. El código usado fue MCNPX diseñado para el cálculo de la interacción de neutrones con la materia. Esta fuente de neutrones cuenta con un período de vida media de 432.7 años, posee un amplio espectro de energías no uniformes y producen además fotones gamma con energías promedio de 4.438 MeV. Estas características particulares de este material radiactivo generan dificultades en el diseño del blindaje, debido a que los blindajes usualmente son de gran tamaño y para su transporte no son eficientes. El blindaje de neutrones requiere ralentizar los neutrones energéticos y absorber los neutrones térmicos mediante materiales de bajo número atómico Z. Se

construyó la geometría de un contenedor de transporte usando material Wáter Extended Polyester (WEP), único material encontrado en la literatura para este propósito. Se calcularon los espesores de material necesarios para garantizar tasas de dosis  $< 2000 \mu\text{Sv/h}$ , flujo de neutrones y fotones en la superficie del contenedor. Esta tasa de dosis es el valor estipulado por la normativa internacional para el transporte de este tipo de material radiactivo. Este estudio resulta fundamental para la protección al personal expuesto a las radiaciones ionizantes y para el público, evitando así los efectos adversos de la radiación.

alejandra.garcia@uptc.edu.co

**Palabras claves:** blindaje de neutrones.

FC111P

## FÍSICA DE LA MINERÍA DE DATOS

*JULIAN SALAMANCA - UNIVERSIDAD DISTRTIAL, Grupo de Física e Informática FISINFOR*

*EDWIN MUNEVAR - UNIVERSIDAD DISTRTIAL, Grupo de Física e Informática FISINFOR*

*JORGE ENRIQUE GARCIA-FARIETA - UNIVERSIDAD DISTRTIAL, Grupo de Física e Informática FISINFOR*

El conocimiento de bases de datos obtenidos de mediciones de experimentos en física ha permitido elaborar sobre grandes descubrimientos, como por ejemplo la partícula de Dios: el Higgs. Varias agencias de investigación científica presentan complejos sistemas de adquisición de datos que se obtienen de la disposición de sofisticados aparatos para la medición y observación de

fenómenos físicos, donde el ejercicio de la minería de datos se vuelve preponderante para la producción de nuevo conocimiento. Este trabajo presenta una aproximación al conocimiento general desde la física y lo multidisciplinario que acompaña la minería y análisis de datos derivados, en particular, de una infraestructura de adquisición de datos experimentales.

jasalamanca@udistrital.edu.co

**Palabras claves:** física de la minería de datos.

FC118P

## **MAGNETIZATION SWITCHING PROCESS IN A TORUS NANORING WITH EASY-PLANE SURFACE ANISOTROPY**

*Juan David Alzate-Cardona - Universidad Nacional de Colombia*  
*Daniel Alejandro Sabogal Suárez - Universidad Nacional de Colombia*  
*Elisabeth Restrepo-Parra - Universidad Nacional de Colombia -*

We have studied the effects of surface shape anisotropy in the magnetization behavior of a torus nanoring by means of Monte Carlo simulations. Stable states (vortex and reverse vortex states) and metastable states (onion and asymmetric onion states) were found in the torus nanoring. The probability of occurrence of the metastable states (stable states) tends to decrease (increase) as the amount of Monte Carlo steps per spin, temperature steps and negative values of the anisotropy constant increase. We evaluated under which conditions it is possible to switch the magnetic state of the torus nanoring from a vortex to a reverse vortex state by



applying a circular magnetic field at certain temperature interval. The switching probability (from a vortex to a reverse vortex state) depends on the value of the current intensity, which generates the circular magnetic field, and the temperature interval where the magnetic field is applied. There is a linear relationship between the current intensity and the minimum temperature interval above which the vortex state can be switched. J.D. Alzate-Cardona, D. Sabogal-Suárez, E. Restrepo-Parra, Magnetization switching process in a torus nanoring with easy-plane surface anisotropy, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Volume 442, 2017, Pages 231-235, ISSN 0304-8853, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmmm.2017.06.130>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304885316324933>)

[jdalzatec@unal.edu.co](mailto:jdalzatec@unal.edu.co)

**Palabras claves:** micromagnetic nanoring, easy-plane anisotropy, monte carlo method.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DEL EFECTO MAGNETOCALÓRICO EN EL COMPUESTO $\text{NdMnO}_3$ MEDIANTE EL MÉTODO DE MONTE CARLO

*Juan Sebastián Salcedo Gallo - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Juan David Alzate Cardona - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

El efecto Magnetocalórico (EMC) se define como el cambio de temperatura adiabática o el cambio de la entropía magnética en un material debido a la aplicación de un campo magnético externo. Este efecto se conoce también como desmagnetización adiabática. En este trabajo se estudia el Efecto Magnetocalórico en la estructura tipo perovskita del compuesto  $\text{NdMnO}_3$  mediante el método de Monte Carlo y el algoritmo Metrópolis, incluyendo las interacciones de los primeros y segundos vecinos de la red. Se obtienen las curvas de magnetización, calor específico, cambio de temperatura adiabática y entropía magnética de la red, en función de la temperatura y la constante de intercambio para distintos valores de campo magnético, variando las dimensiones de la estructura. Se obtiene el RCP (Relative Cooling Power) basado en la relación entre el cambio de entropía magnética y la temperatura del sistema.

jussalcedoga@unal.edu.co

**Palabras claves:** efecto magnetocalórico, perovskita, simulación monte carlo, entropía magnética, temperatura adiabática, rcp.

## MODELADO ESTRUCTURAL DEL GRAFENO CON ÁNGULOS DE ROTACIÓN

*Mario Alejandro Bernal Ortiz - Universidad el Bosque*

Entendiendo a la Simulación como la reproducción, en forma y/o contenido, de los aspectos de un sistema y al Modelado como la interpretación de dicho sistema en el cual se obtiene alguna información relevante; existen diversos objetivos de aprendizaje implícitos en los procesos de modelado y simulación propios del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, superior y de ordenamiento para la resolución de problemas. Desde tal perspectiva, el póster busca reflejar un proceso sistémico de Modelado y Simulación Computacional de la estructura atómica de los átomos de carbono en bicapas de grafeno con presencia de ángulos de rotación entre los planos de las monocapas graéficas, visualizando patrones de Moire y caracterizando geoméricamente los respectivos parámetros de red en súper celdas primitivas con el fin de proveer una base de datos numérica de las posiciones atómicas para implementaciones de modelos de análisis como el TB (Tight-Binding) y/o el DFT (Density Functional Theory) en el estudio y obtención de los espectros de energía.

[bernalmarioortiz@unbosque.edu.co](mailto:bernalmarioortiz@unbosque.edu.co)

**Palabras claves:** modelado, simulación, grafeno, bicapa rotada, celda unitaria, vector de red.

## IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA PARA EL ESTUDIO DE DENSIDADES EN VOLÚMENES 4D

*Angie Correa Acosta - UTP*

*Manuela Herrera Acevedo - UTP*

*Monica Johana Pelaez Morales - UTP*

*Walter Serna Serna - UTP*

La visualización de estructuras multidimensionales permite la interpretación de una variedad de fenómenos físicos y de análisis de tendencias de datos. Debido a que la percepción humana se limita a un mundo tridimensional se busca representar estas estructuras en espacios de menor dimensión donde puedan ser estudiadas. Sin embargo, la mayoría de los métodos se basan en el análisis de superficies, aristas y vértices, lo que permiten visualizar variables como ángulos y distancias, pero no son tan efectivos para el análisis de densidades. Para el estudio de densidades en estructuras 4D, se propone la aplicación de técnicas usadas en el renderizado volumétrico, las cuales generan una visualización 2D (proyección) conservando una percepción de volumen con la ayuda de opacidades y sombreados como indicadores de profundidad. De esta manera, se compensa la pérdida de información al reducir el número de dimensiones. Así pues, en este trabajo se extiende el método para ser aplicado sobre un volumen 4D que es proyectado a espacios 2D/3D logrando conservar la información de concentraciones y densidades. Finalmente se puede concluir que, así como es posible observar superficies, bordes o vértices de un objeto en 4D, también se puede obtener información sobre su

densidad, la cual se mostrara mediante diferentes tonalidades e intensidades de color, permitiéndonos codificar las densidades a través de la transparencia del objeto, proporcionando de esta manera más información sobre espacios 4D.

moni-817@utp.edu.co

**Palabras claves:** visualización científica, generación de proyecciones, volúmenes en espacios multidimensionales, reconstrucción volumétrica.

FC129P

## INTRODUCCIÓN FÍSICA MATEMÁTICA DEL MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO (MEF)

*Luis Carlos Garcia Moreno - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales desempeñan un papel importante en el desarrollo del análisis matemático y modelamiento de diversas situaciones relacionadas con fenómenos físicos, químicos, biológicos, astronómicos, geológicos, entre otros. En la mayoría de los casos, la solución de dichas ecuaciones diferenciales se debe llevar a cabo a partir de métodos no analíticos tales como: métodos gráficos, métodos experimentales, métodos analógicos y métodos numéricos. De estos, los más usados para resolver ecuaciones diferenciales en Física e Ingeniería son los métodos numéricos entre los cuales se destaca el Método del Elemento Finito (MEF) por su facilidad para abordar problemas con forma irregular e implementar diferentes tipos de condiciones de contorno. Dada la escasez de documentación intuitiva y sencilla

en este tema, el objetivo de este trabajo se centra en presentar una descripción clara del Método del Elemento Finito, desarrollando y explicando paso a paso cada una de sus etapas con el fin de facilitar y hacer más comprensible su implementación computacional. En particular, se resuelve el caso de campos electrostáticos.

lcgarciam@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, métodos numéricos, método del elemento finito.

FC139P

## MONTE CARLO STUDY ON THE EFFECT OF A MAGNETIC FIELD ON AN FERRO-FERRIMAGNETIC SYSTEM.

*Nicolás antonio de la espriella vélez - Universidad de córdoba*

*Gloria maría buendía - Universidad simón bolívar*

We apply Monte Carlo simulation techniques to study the magnetic behavior of a mixed Ising system on a square lattice, where spins  $S = \pm 3/2; \pm 1/2$  alternate with spins  $Q = \pm 5/2; \pm 3/2; \pm 1/2$  in two interpenetrating sublattices A and B, respectively. The Hamiltonian of the system contains an exchange interaction between nearest neighbors and a longitudinal magnetic field. In order to understand the differences between a mixed Ising system with competing interactions with one with cooperating ones, we study both cases, the ferrimagnetic and the ferromagnetic exchange interactions. We calculate the dependence of the total magnetization, the sublattice

magnetizations, the energy, and the magnetic susceptibility, with the magnetic field, and their temperature dependence for a fixed field. We found that under the influence of the magnetic field the ferrimagnetic system presents an interesting phenomena associated with a reversal of the sublattice magnetizations at low temperatures. We found that our system has no compensation temperatures. In both, the ferro and the antiferromagnetic cases, the magnetic field smooths the transition between the ordered and the paramagnetic phase. Finally we present a phase diagram with the critical temperatures in terms of the magnetic field for the ferri and ferromagnetic cases.

ndelaespriella@correo.unicordoba.edu.co

**Palabras claves:** mixed ising, monte carlo, discontinuous transition temperature, longitudinal magnetic field.

FC140P

## DIAGRAMAS DE FASE DE ESTADOS BASE PARA UN SISTEMA FERRO-FERRIMAGNÉTICO

*Nicolás antonio de la espriella vélez - Universidad del sinú*

*Julio César Madera Yances - Universidad del sinú*

We calculate analytically and numerically ground state configurations of a mixed Ising model on a square lattice where spins  $S = \pm 2; \pm 1; 0$  in one A sublattice are in alternating sites with spins  $Q = \pm 1; 0$ , located on the other B sublattice. The Hamiltonian of the system includes nearest-neighbors interactions between the S and Q spins, next-nearest-neighbors interactions between the S

spins, and between the Q spins, single-ion anisotropy, and an external magnetic field. The diagrams show some key features: coexistence between regions, points where two, three, four, five and six states can coexist. Besides being very useful as a way to check the low temperature limit of the finite-temperature phase diagram, often obtained by mean-field theories.

ndelaespriella@correo.unicordoba.edu.co

**Palabras claves:** ground state phase diagrams, mixed ising models, external magnetic field, multiphase points.

FC1490

## ANÁLISIS NUMÉRICO DE SOLITONES USANDO LA ECUACIÓN KDV POR EL MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS

*David González - Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*

*Laura Huertas - Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*

*William Oquendo - Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*

En este trabajo se estudian los diagramas de fase de solitones usando la ecuación Korteweg de Vries (KdV) a través del método de diferencias finitas. Los solitones se encuentran en muchos fenómenos tales como tsunamis, comunicaciones por fibra óptica y señales neuroactivas caóticas, por lo que su estudio ha atraído gran interés. En particular, en este trabajo se explora la respuesta en el espacio de fase del sistema a la variación de algunos parámetros de la ecuación y del método usado para analizar la dinámica del sistema. Se encontró que en la descomposición de una



onda en un medio no lineal se obtienen solitones con diferentes amplitudes, que el de mayor amplitud viaja más rápido, y además, que el choque de solitones es elástico. También se estableció un rango de estabilidad de la ecuación en el cual los atractores siguen algunos patrones y, finalmente, al hacer una variación a la ecuación se obtuvieron ondas de choque. Este trabajo permitió también una aproximación didáctica a los temas de la no linealidad y de diferencias finitas que pueden ser aplicados en diferentes áreas de trabajo, no sólo en la física y en las matemáticas sino también en investigaciones de neurología, telecomunicaciones y demás.

lmhuertasp@unal.edu.co

**Palabras claves:** solitón, ecuación kdv, método de diferencias finitas, espacio de fase, atractor.

FC162P

## **ESTUDIO MONTE CARLO DE LA CONVERGENCIA DEL CAMPO COERCITIVO EN SISTEMAS NANO-ESTRUCTURADOS**

*Juan Diego Alzate Giraldo - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

*Juan David Alzate Cardona - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

Mediante simulaciones Monte Carlo se ha llevado a cabo el estudio de nano-estructuras magnéticas. La simulación de histéresis se ha hecho de relevancia fundamental en tales estudios. Para caracterizar los ciclos de histéresis, es necesario definir un paso de campo y un tiempo de medida, que en el caso de las simulaciones se mide en pasos Monte Carlo por sitio. Con estas dos cantidades

se define una Velocidad de Escaneo de Campo (FSS por sus siglas en inglés), la cual presenta correlación con la Tasa de Barrido (Sweep Rate) que se presenta en el análisis de procesos de grabado magnético. Estas variables permiten cuantificar las condiciones de tiempo y paso de medida tal que el campo coercitivo converja y puedan realizarse medidas confiables. Sin embargo, la convergencia depende explícitamente de la temperatura y las constantes físicas intrínsecas del sistema, como la constante de intercambio magnético, la anisotropía magnetocristalina y el tamaño del sistema. En este trabajo se caracterizaron los ciclos de histéresis de un sistema magnético genérico tipo Heisenberg, considerando en el Hamiltoniano los términos de intercambio magnético con primeros vecinos, anisotropía magnetocristalina y campo magnético, con el fin de especificar la relación entre el tiempo de medida y el paso de campo magnético tal que la coertividad converja.

judalzategi@unal.edu.co

**Palabras claves:** nano-estructuras, campo coercitivo, monte carlo.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## STATIC AND MOLECULAR DYNAMIC STUDY OF THE EXCITED STATE INTRAMOLECULAR PROTON TRANSFER OF SALICYLIDENE-1-NAPHTHYLAMINE DERIVATIVES

*Daniel Esteban Rojas Sierra - Universidad Nacional de Colombia – Sede  
Medellín*

*William Rodríguez Córdoba - Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín*

During the last decades, Schiff bases derivatives have shown remarkable optical properties. Due to their photochromism and the ultrafast excited state intramolecular proton transfer reaction, Schiff bases are some of the most important compounds in photochemistry. Thanks to these properties and their potential applications for designing optoelectronic devices, photochromic materials have become one of the most important building blocks in material science. Specifically, photochromic materials are interesting from both experimental and theoretical viewpoints due to their excited state dynamics can involve several deactivation pathways, including photochemical ring closure–ring opening, photochemical E-Z isomerization and excited state intramolecular proton transfer (ESIPT) reactions. In this contribution we have performed a computational study of naphthalene Schiff bases derivatives, using static and dynamics simulations. All the model compounds were synthesized using standard methodologies and their absorption and emission spectra were acquired in acetonitrile solution. In the computational work, we have used the density functional and time dependent density functional theories. It is well-known that dynamics simulations have become an

exceptionally powerful tool in chemical simulation to study reactions involving electronically excited states and to elucidate the time scales of ultrafast photodynamical processes and the dynamical competition between different deactivation channels. In this investigation, we report a quantum dynamics study of the photochromic reaction of salicylidene-1-naphthylamine derivatives in solution. Our calculated time scale for the ESIPT of  $< 100$  fs agrees very well with experimental results. Also, we have devised a “full picture” for the photophysical mechanism and energy variations along the different molecular motions that will likely play an important role.

werodriguezc@unal.edu.co

**Palabras claves:** excited state intramolecular proton transfer, tddft, photochromism, schiff bases.

FC1720

## ESTUDIO DE LA INESTABILIDAD HAZ DE ELECTRONES-PLASMA EMPLEANDO EL MÉTODO PARTICLE-IN-CELL

*Daniel Felipe Rodríguez Patiño - Universidad Nacional de Colombia*

*Sebastián Ramírez Ramírez - Universidad Nacional de Colombia*

*Jose Antonio Valencia Aricapa - Universidad Nacional de Colombia*

En este trabajo se utilizó el modelo de la inestabilidad haz-plasma. En particular se estudió la interacción entre un haz de electrones y un plasma por medio de simulaciones computacionales empleando el método Particle-In-Cell. La fenomenología de este sistema físico

es modelado a partir de la teoría cinética, ya que esta interacción presenta diferentes tipos de inestabilidades que pueden ser estudiadas a partir de la relación de dispersión. Sin embargo, la complejidad del modelo representa un reto a nivel computacional debido a que se trabaja con un sistema de 6 dimensiones y con dependencia temporal. Esta complejidad computacional ha llevado a que la mayoría de simulaciones reportadas se llevan a cabo en una dimensión espacial. Por lo tanto, en este trabajo se busca analizar el problema desde un punto de vista bidimensional y estudiar cómo es el comportamiento del sistema cuando es sometido a diferentes tipos de perturbaciones que lo lleven a evolucionar bajo inestabilidades.

dfrodriguezp@unal.edu.co

**Palabras claves:** inestabilidad haz-plasma, simulaciones particle-in-cell, teoría cinética, relación de dispersión.

FC1750

## RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE GINI Y LA ENTROPÍA EN LOS MODELOS CINÉTICOS DE DISTRIBUCIÓN DE INGRESO CON PROPENSIÓN AL AHORRO FIJO.

*Alexander Santos Niño - Universidad de los Llanos*  
*Carlos Jose Quimbay Herrera - Universidad Nacional de Colombia*  
*Jose Luis Alvarado Martinez - Universidad de los Llanos*

La implementación de simulaciones basadas en agentes ha permitido estudiar modelos cinéticos de distribución que explican

la asimetría en las distribuciones de ingreso encontradas en diferentes países. El modelo más robusto es el propuesto por Chakraborti y Chakrabarti, en donde cada agente intercambia dinero de forma similar al intercambio de energía en los choques elásticos de las partículas en un gas ideal. La cantidad intercambiada entre los agentes es una fracción aleatoria de dinero que no está libre de riesgo. Debido a que la forma de la distribución depende de la fracción libre de riesgo o propensión al ahorro, en este trabajo se hace un análisis de la desigualdad de las diferentes distribuciones y se relaciona con el valor de la entropía en el equilibrio. Los resultados muestran que el índice de Gini, que mide la desigualdad en las distribuciones, crece conforme al aumento del parámetro de ahorro y que la entropía disminuye hasta hacerse nula para la propensión máxima. Finalmente, se encuentra una relación entre el índice de Gini y la entropía y se discuten sus resultados.

jose.alvarado@unillanos.edu.co

**Palabras claves:** econofísica, agentes, sistemas complejos, distribución de ingreso, desigualdad.

FC197P

## **FUNCIONAMIENTO DE UNA RED NEURONAL**

*Katerin yurami Montoya Saurez; ORAL - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Julian Andres Salamanca Bernal - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Las redes neuronales son una herramienta importante en la física. Este trabajo pretende exponer mediante la infraestructura

computacional de análisis de datos ROOT, el funcionamiento de una Red Neuronal Artificial (RNA), que se destaca por su arquitectura, topología y aplicación de algoritmo Back Propagation para predecir las variables meteorológicas como la temperatura ambiente, humedad, velocidad del viento entre otros, estos datos extraídos de la base de datos de la estación SKBO del Aeropuerto Internacional del Dorado de la ciudad de Bogota.

katherinmontoya004@gmail.com

**Palabras claves:** redes neuronales, variables metrológicas, root, back propagation.

FC240P

## MONTE CARLO DYNAMIC PHASE TRANSITION STUDY OF A MAGNETIC TWO-DIMENSIONAL KINETIC ISING MODEL

*Juan Marcos Marin Ramirez - Universidad de Antioquia*

*Hernan David Salinas - Universidad de Antioquia*

*Johans Restrepo - Universidad de Antioquia*

*Oscar Luis Arnache Olmos - Universidad de Antioquia*

Magnetic systems in the ferromagnetic phase (i.e. below a critical temperature  $T_c$ ), when under the influence of an external oscillating field ( $h$ ) can exhibit a dynamic phase and a related nonequilibrium dynamic phase transition, where the time evolution of the system has a stochastic nature. Depending on the period of  $h$  and the relaxation time of the spin ( $\tau$ ), the time-dependent magnetization can either follow (ferromagnetic) or not follow

(paramagnetic) the magnetic field changes, hence resulting in a dynamically ordered phase. In this work, we study the time evolution of a two-dimensional Ising system in the kinetic Ising model framework by Monte Carlo simulations using the Glauber and Metropolis probability using a python-based algorithm. Our calculations led to the determination of the intrinsic time scale of the system which is given by the metastable lifetime, for different parameters such as size ( $L$ ), reduced temperature ( $T/T_c$ ) and external field amplitude ( $h_0$ ). By doing so, we have found the corresponding dynamic order parameter  $Q$  which separates both the symmetric and antisymmetric regime, to determine the critical period. Finally, the scaled variance of the order parameter is investigated and compared to those previously obtained in the literature. This work was partially supported by Colciencias and Universidad de Antioquia.

marcos.marin@udea.edu.co

**Palabras claves:** monte carlo, computational simulation, dynamic phase transition, kinetic ising model.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## IMPLEMENTATION DETAILS OF AN INTEGRATION SCHEME TO SOLVE THE LLG EQUATION

*Luisa Fernanda Velásquez-González - Universidad Nacional de Colombia*  
*Juan David Alzate-Cardona - Universidad Nacional de Colombia*  
*Elisabeth Restrepo-Parra - Universidad Nacional de Colombia -*

LLG (Landau-Lishfitz-Gilbert) equation is a vectorial ordinary differential equation of motion used in numerical micromagnetics to describe the dynamics of small magnetic elements. This equation can also be applied at the atomistic level. By means of LLG equation is possible to study the precessional motion of spin. The precessional motion highly depends on the Hamiltonian, therefore it generates an effective field. Around this effective field occurs the precession. In order to study the thermal effects in a nanomagnetic system, it is indispensable to solve the LLG equation with Langevin dynamics. However, this procedure is difficult in the majority of cases and, in some of the cases, almost impossible. For this reason, we must solved this problem numerically by means of an integration scheme. In this work, we have implemented a Heun integration scheme in order to solve the LLG equation, with thermal effects, for a nanomagnetic system considering in the Hamiltonian the terms of exchange interaction, magnetocrystalline anisotropy and external magnetic field interaction. We have invested effort to explain the detailed process as a result of the problems that undergraduate and graduate students have when they try to solve this equation in a computational way.

[lufvelasquezgo@unal.edu.co](mailto:lufvelasquezgo@unal.edu.co)

**Palabras claves:** llg equation; heun integrator; langevin dynamics; precession.

FC2470

## CHARACTERIZATION OF MAGNETIC STATES IN SINGLE-WALL ZIG-ZAG FERROMAGNETIC NANOTUBES WITH DIPOLAR INTERACTIONS

*Hernán David Salinas - Universidad de Antioquia*

*Johans Restrepo - Universidad de Antioquia*

*Oscar Iglesias - Universitat de Barcelona -*

The competition between long-range magnetic dipolar interactions and short-range exchange interactions and its effect on the magnetic properties of single-wall zig-zag ferromagnetic nanotubes is addressed in this work. To do so, we use a Metropolis-Monte Carlo algorithm along with exact calculations in order to identify in the energy landscape the conditions under which ferromagnetic, helical and vortex magnetic states can be present. Both, magnetization and the curl of magnetization, are computed for characterization purposes and observation of the thermal transitions involved. In particular, for a high strength of dipolar interaction, circular spin configurations are favored.

jrestre@gmail.com

**Palabras claves:** monte carlo simulation, magnetic nanotubes, dipolar interactions, phase diagram.

**DESIGN, SYNTHESIS AND PHOTOPHYSICS OF  
POLYAROMATIC COMPOUNDS AS MODELS FOR  
LIGHT-HARVESTING APPLICATIONS. AN  
EXPERIMENTAL AND COMPUTATIONAL STUDY**

*Hugo Daniel Torres Bahamon - Universidad Nacional  
William Ernesto Rodriguez Cordoba - Universidad Nacional*

The use of different polyaromatic compounds and their metal complexes has been widely extended both in experimental applications as well as in the field of new materials engineering. Among these compounds, d6 Transition Metal Complexes as rhenium (I), ruthenium (II), osmium (II), rhodium (III) and iridium (III) have proved to be systems with very efficient collecting light properties. This is mainly due to the strong spin-orbital coupling of the transition metals and to the formation of charge transfer states in the triplet manifold (3MLCT), states that are characterized a long lifetime of the order of nanoseconds. The aforementioned properties make these systems very attractive to be used as antennas for dye-sensitized solar cells (DSSCs), where the electron injection into the semiconductor will be highly efficient. In this contribution, we have synthesized new polyaromatic compounds with possible applications for designing solar cells sensitized by dyes (DSSCs). For this, the photophysical and photochemical properties of seven bidentate polyaromatic systems were characterized experimentally and using computational simulations with the DFT methodology, as well as its time-dependent counterpart (TD-DFT). Our results show that the model

compounds possess light-harvesting properties due to the correct energy levels ordering, which will allow the electron transfer from the organic moiety to the central metal atom. All our computed electronic transitions and molecular properties agree very well with experimental data.

werodriguezc@unal.edu.co

**Palabras claves:** solar cells, photophysics, tddft.

FC251P

## MONTE CARLO SIMULATIONS OF HEISENBERG KAGOME THIN FILMS OF L12-IRMN3

*Cristian Camilo Galindo González - Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales*

*Juan David Alzate Cardona - Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales*

The kagome lattice is a two-dimensional Archimedean tiling composed of corner-sharing triangles that continues being of theoretical interest for both, classical and quantum spin interaction models. Several magnetic compounds have been found to present said geometrical frustration; one of them is the chemically ordered L12 phase of the IrMn<sub>3</sub> alloy, which has a FCC crystallographic structure where magnetic Mn atoms, located at the faces of the cubic lattice, form kagome structures in the {111} planes. IrMn<sub>3</sub> is an antiferromagnetic material of high importance in technological applications, commonly employed in spin-valve devices. In this work, the L12-IrMn<sub>3</sub> is studied through Monte Carlo simulations

using the Heisenberg spin model for multiple thin films of ABC stacked kagome layers, where the effects in the critical temperature due to changes in cubic and surface anisotropy terms, as well as exchange coupling constants and sample sizes are explored. Results will be then compared with earlier experimental and theoretical work.

ccgalindog@unal.edu.co

**Palabras claves:** kagome lattice, irnm3, monte carlo, heisenberg, simulation.

FC2920

## WIRELESS PASSIVE LC RESONATOR TEMPERATURE SENSOR DEMONSTRATOR

*Edgar Alberto Unigarro calpa - Corporación Universitaria Autónoma de Nariño*  
*Fredy Armando Romero rodriguez - Corporación Universitaria Autónoma de Nariño*

A wireless passive temperature sensor composed of a spiral antenna connected in parallel to a thermistor was design using its electrical description in the megahertz band, in this approach the thermistor change its resistance in response to the ambient temperature, this resistive variation was used to modulate the magnitude of the coupling of the sensor with an external antenna. The spiral antenna was described as an LC resonator in terms of its inductance by a circular ring approximation, its capacitance by a coplanar waveguide transversal section model and its resistance, a thermistor was modeled as a variable resistor and a parasitic

capacitance connected in parallel to the antenna. The model was implemented in a finite elements Multiphysics simulator, and a demonstrator was fabricated using FR4 with a copper film of 30  $\mu\text{m}$  thick and resistors to validate the model and simulations. The spiral antenna has four turns with an external radius of 4.72 mm, a width of 100  $\mu\text{m}$  and a separation between turns of 150  $\mu\text{m}$ . The external circular antenna was fabricated using AWG24 copper wire with a radius of 5 mm. The separation between the external antenna the demonstrator was constrained to two millimeters with two glass slides. The S11 response of the external antenna coupled to the sensor was measured using an Anritsu VNA. The simulation and demonstrator results prove that it is possible to obtain a wireless temperature sensor using a thermistor and a spiral antenna.

edgar.unigarro@aunar.edu.co

**Palabras claves:** lc resonator, multiphysics simulation, thermistor.

FC294P

## MODELAMIENTO MOLECULAR PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO DE MOLÉCULAS QUE INTERACTÚAN EN ACERO AL TITANIO Y ACERO INOXIDABLE

*Lizeth Mosquera Moncaleano - Universidad Nacional de Colombia Sede  
Manizales*

*Daniela Garcés López - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
Belarmino Segura Giraldo - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales -*

Con el fin de analizar las características, propiedades y el comportamiento de las moléculas que interactúan en un determinado material en proceso de optimización, se emplean herramientas que permiten llegar a un análisis lo más cercano posible al desarrollo experimental. En este caso se lleva a cabo una simulación y modelamiento molecular para la capa pasiva de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  formada en el acero inoxidable 316L y para la capa pasiva de  $\text{TiO}_2$  en cuanto al acero al Titanio, elaborado previamente de manera experimental buscando una modificación en las propiedades del material inicial (acero inoxidable 316L). El modelamiento de este sistema se realiza con apoyo de un software adecuado, según las propiedades a analizar. Por otro lado, se ha emplea el software Avogadro como herramienta para la representación del mismo, lo cual da paso a una descripción de la estructura electrónica de los compuestos, brindando información acerca de la energía, momento dipolar, geometría, potenciales, vibraciones, entre otros. Dichos resultados han de ser comparados con un análisis a nivel experimental, determinando características cuantitativas y cualitativas en respuesta de su interacción con medios corrosivos y en fluidos biológicos.

lmosquera@unal.edu.co

**Palabras claves:** modelamiento molecular, simulación molecular, acero al titanio, acero inoxidable, estructura electrónica, propiedades moleculares.

## FIGURAS DE CHLADNI: SOLUCIÓN CON ELEMENTOS FINITOS CONTRASTADA EN EL LABORATORIO

*Lorena Beleño Escudero - Universidad de Medellín*

*Jorge Quintero Orozco - Universidad de Medellín*

*Carlos Vera-Ciro - Universidad de Medellín*

En este trabajo desarrollamos una aplicación para estudiar las características de los modos normales en estructuras bidimensionales. Las predicciones obtenidas numéricamente usando elementos finitos se contrasta con resultados experimentales, realizadas con alta precisión. Nuestro aporte esta diseñado para proporcionar una metodología de enseñanza del concepto de modos normales, oscilaciones y el papel que juega el proceso de simulación dentro del desarrollo científico

cvera@udem.edu.co

**Palabras claves:** elementos finitos, modos normales, experimento.

## CONDENSACIÓN DE BOSE EINSTEIN EN REDES DE COAUTORÍA.

*Viviana Andrea Hurtado Marín - Universidad Nacional de Colombia*

*Sebastian Robledo Giraldo - Universidad Nacional de Colombia*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia*

*Néstor Darío Duque Méndez - Universidad Nacional de Colombia*



Un gas ideal de bosones presenta lo que se conoce como un condensado de Bose Einstein, este es un estado de la materia en el cual, por debajo de la temperatura crítica  $T_c$ , una cantidad macroscópica de partículas se encuentran en el estado fundamental. En los últimos años se ha encontrado que la evolución de las redes complejas, al igual que los bosones, puede ser descrita por la estadística de Bose Einstein, experimentando también este tipo de condensación (Bianconi & Barabasi, 2001). En estas redes, este fenómeno se da cuando un nodo adquiere una fracción finita de todos los enlaces. Frente a este hecho, gran parte de los trabajos desarrollados son de carácter analítico, siendo necesaria una comprobación empírica al respecto. Con el presente trabajo estudiamos una red de coautorías dinámica, un tipo particular de red compleja, para corroborar esta transición de fase. La red social se extrae de los artículos descargados de Web of Science para diferentes temas. Con el fin de transformar los artículos en una red de coautorías, desarrollamos un algoritmo en el programa R. Los nodos (investigadores) y los enlaces (colaboraciones) representan niveles de energía y partículas, respectivamente. Después de analizar la topología de varias redes se encontró que la distribución de grado, de las mismas, sigue una ley de potencias, siendo esto característico de un condensado de Bose Einstein en la teoría de redes. Bianconi, G., & Barabasi, A. L. (2001). Bose-Einstein condensation in complex networks. *Physical Review Letters*, 86(24), 5632–5635. <http://doi.org/10.1103/PhysRevLett.86.5632>

vahurtadom@unal.edu.co

**Palabras claves:** condensado de bose einstein; red compleja; redes de coautoría.

## **SIMULACIÓN DE DETECTOR DE RADIACIÓN TRIPLE GEM CON GARFIELD++.**

*Juan Pablo Molano - Universidad de los Andes*

*Carlos Ávila - Universidad de los Andes*

Se exponen los resultados que se obtuvieron al simular muones cósmicos incidiendo sobre un detector gaseoso Triple GEM, utilizando el paquete de software GARFIELD++. Los campos eléctricos en el detector se determinan usando elementos finitos con la ayuda de los programas GMSH y ELMER. El objetivo de la simulación es encontrar los parámetros óptimos de operación de los detectores TGEM que hemos ensamblado en nuestro laboratorio. Presentaremos detalles de la implementación del detector, del cálculo de campos eléctricos y las predicciones de desempeño, en términos de ganancia y resolución espacial, que arroja nuestra simulación, para diferentes voltajes de operación y varios porcentajes de mezcla de gas Ar-CO<sub>2</sub> de los detectores GEM.

Jp.molano56@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** garfield++, detector gaseoso, tgem.

## **DESARROLLO DE SOFTWARE POR MEDIO DE LABVIEW PARA LA GENERACIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN INSTRUMENTOS DE UN REACTOR**

*Cesar Augusto Quiñones Segura - Universidad de américa*

*Laura Liliana Portela Góngora - Universidad de América*

*Jeison Andres Beleño Ayala - Universidad de América*

*Juan Felipe Pinto Gomez - Universidad de America*

En el presente proyecto se desarrolló el software mediante lenguaje de programación gráfica (LabVIEW) y la adecuación de hardware para la adquisición y generación de datos en un reactor. Se realizó la programación para acciones internas y externas de instrumentos en un reactor, los cuales permitían la adquisición de datos de una sustancia gaseosa por medio de sensores, y la generación de señales booleanas para el accionamiento de LED, ventiladores y alarma sonora. La programación de exportación a Excel y envío de email en el software permitiendo el almacenamiento de información y la interacción de medios de comunicación vía internet. Los resultados de adquisición de datos de los sensores se programaron con una velocidad de lectura de un dato por cada dos segundos; los cuales se guardaron en un documento de Excel y fueron enviado a un correo electrónico determinado por el usuario que este manipulando el software. LabVIEW es un entorno de programación que nos permite por medio de interfaces como la MY DAQ y la NI USE 9219 de National Instruments, conectar la realidad con lo virtual, para generar y adquirir señales análogas o digitales con el fin de realizar una accionamiento en relés, para suministrar energía a instrumentos y no menos importante adquirir

señales como es la detección de sustancias químicas por medio de sensores como el 65-2424RK y el sensor MQ136 que detectan la presencia del Sulfuro de Hidrogeno gaseoso.

blanco2988@gmail.com

**Palabras claves:** labview, sensor, adquisición de datos, reactor.

FC3230

## CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA UTILIZANDO GRÁFICOS DE BOND GRAPH DE UN SIMULADOR DE FUERZAS DE BICICLETA PARA APLICACIONES DE REHABILITACIÓN DE PACIENTES CON LIMITACIONES FÍSICAS.

*Diego Alejandro Parra Garrido – Corporación Universitaria Autónoma de Nariño*

*Ivan Dario Ruiz Hidalgo - Corporación Universitaria Autónoma de Nariño*

Considerando una retroalimentación que proporciona un ambiente de realidad virtual del ciclismo como un medio eficaz para la aplicación de protocolos clínicos en aplicaciones de rehabilitación físicas donde se involucren la acción de las extremidades a diferentes estados de intensidad, se plantea la siguiente pregunta. ¿Qué dispositivo asegura una rehabilitación de calidad al usuario con limitaciones físicas mediante una rehabilitación que permita trabajar sus extremidades en conjunto y logre una motivación extra? Desde este punto de vista, se propone el modelamiento de un simulador interactivo de bicicleta para ser implementado como herramienta para realizar procedimientos de fisioterapia activa.

Esto, debido a que el ciclismo se ha implementado ampliamente en procesos de fisioterapia porque permite la rehabilitación simultánea de las 4 extremidades principales del cuerpo humano. El modelo fue realizado en redes de Bond Graph las cuales permiten modelar el intercambio de energía de elementos en sistemas dinámicos. El modelo realizado, es conformado por los modelos de cuerpos rígidos, uniones y actuadores, entre otros, que fueron usados como módulos para modelar diferentes conexiones entre los elementos. Una vez que el sistema es modelado en redes de Bond Graph, las ecuaciones de estado pueden ser algorítmicamente obtenidas de una manera sistemática. Este proceso puede ser simplificado, usando un software apropiado que también permita derivar las ecuaciones en forma simbólica. Todo esto, teniendo en cuenta que el objetivo principal es lograr un diseño robusto de un simulador de bicicleta que permita los grados de libertad que ofrece una bicicleta de calle, en conjunto con la seguridad que entrega una bicicleta estática.

diego.parra@aunar.edu.co

**Palabras claves:** bond, graph, vectorial, simulador, interactivo, bicicleta, dinámica, rehabilitación.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **MODELOS COLOIDALES DE LA FORMACIÓN DE ISLAS EN EL CRECIMIENTO DE MONOCAPAS: EFECTOS DE LAS INTERACCIONES ANISOTRÓPICAS**

*Vicente Ancelmo Leyton Ortega - Universidad Santiago de Cali*

*Diego Luis Gonzáles Cabrera - Universidad del Valle*

*Manuel Camargo - Universidad Antonio Nariño*

El estudio de la deposición controlada y eficiente de partículas (átomos, moléculas, nanopartículas) sobre sustratos sólidos tiene una amplia gama de aplicaciones en microelectrónica, fotónica, catálisis y en la producción de recubrimientos especiales y sensores biológicos, entre otros. En las últimas décadas los sistemas coloidales han sido investigados como modelos fácilmente controlables y útiles para describir diferentes fenómenos en materia condensada. En este trabajo se presenta un modelo coloidal para el estudio de algunos aspectos fundamentales de las primeras etapas del crecimiento epitaxial, es decir, en el llamado régimen submonocapa. El modelo consiste en una suspensión de partículas coloidales que interactúan a través de potenciales de pares anisotrópicos y que están en contacto con un sustrato fijo. A través de simulaciones de dinámica browniana se investiga la cinética de agregación de partículas sobre el sustrato en las primeras etapas de la formación de capas, en las que la nucleación y crecimiento de islas son los procesos dominantes. Usando varios parámetros de control (tipo de anisotropía, intensidad y rango de la interacción, concentración de partículas en la suspensión y tasa de deposición), se describen estadísticamente las propiedades estructurales básicas de la capa de formación. En particular, se muestra la dependencia

de los diferentes parámetros de la distribución del tamaño de isla, la distribución de espaciado entre islas ("gaps") y las densidades de monómeros e islas en función del tiempo. Los resultados obtenidos por las simulaciones numéricas se comparan con los modelos analíticos autoconsistentes que se presentan en la literatura y con simulaciones de Monte Carlo cinético.

vicente.leyton00@usc.edu.co

**Palabras claves:** crecimiento de islas, epitaxia.

FC368P

## MODELAMIENTO DE FLUIDOS INMISCIBLES A PARTIR DEL MÉTODO DE LATTICE BOLTZMANN

*Juan Guillermo Acosta Sequeda - Universidad Nacional de Colombia*

*Juan Sebastián Flórez Jiménez - Universidad Nacional de Colombia*

*Jose Daniel Muñoz Castaño - Universidad Nacional de Colombia*

En este trabajo se realiza un recuento del método de Lattice Boltzmann para modelar el comportamiento de dos fluidos inmiscibles en el régimen de bajos números de Reynolds y razones de densidades entre 1/10 y 10. En primer lugar, se muestra cómo se obtiene el modelo que simula el comportamiento de dos fases inmiscibles a partir del modelo que simula las ecuaciones de Navier-Stokes para una fase, y cómo se puede generalizar para  $n$  fases inmiscibles diferentes. A partir del modelo computacional se calculan variables macroscópicas, como la tensión superficial, la velocidad terminal de una burbuja al moverse dentro de un medio con presión inhomogénea, y el tiempo de decaimiento de una onda

capilar. Se comparan varios de los resultados obtenidos con soluciones analíticas para estimar la precisión del modelo computacional y se plantean posibles mejoras para ser aplicadas en trabajos posteriores.

jugacostase@unal.edu.co

**Palabras claves:** lattice boltzmann, fluidos inmiscibles, tensión superficial, navier stokes.

FC3710

## **EL APORTE DE LAS SIMULACIONES BASADAS EN AGENTES A LA DISCUSIÓN DEL PAPEL DE LA ECONOFÍSICA EN LA ECONOMÍA.**

*Alexander Santos Niño - Universidad de los Llanos*

*Wilder Arleth Angarita Osorio - Universidad de los Llanos*

La incursión de la física en la economía ha generado todo tipo de polémicas y contradicciones, desde la afirmación que los trabajos en econofísica nada tienen de ver con la economía hasta que los físicos ven regularidades donde no las hay. En el presente artículo se debate sobre cuatro puntos de crítica a los modelos de econofísica, en especial se responde a partir de uno de los modelos que ha generado más discusiones: los modelos cinéticos de distribución de dinero. Los modelos estudian la desigualdad a partir de la analogía entre agentes económicos que intercambian dinero y partículas que intercambian energía en un gas ideal, la reseña de trabajos relacionados en economía sumado a que los resultados de las simulaciones se ajustan adecuadamente a los resultados



empíricos validan este novedoso método de estudio de sistemas económicos

wilder.angarita@unillanos.edu.co

**Palabras claves:** econofísica, modelos basados en agentes, desigualdad, sistemas complejos.

FC383P

## ESTUDIO DE UN FLUIDO TIPO LEONARD-JONES MEDIANTE SIMULACIÓN MONTE CARLO

*Fabio Romero Manrique - Universidad Nacional de Colombia*

Se realiza una serie de simulaciones computacionales basadas en el método Monte Carlo para el estudio de un fluido de tipo Leonard-Jones, usando el algoritmo de Metrópolis. Estas simulaciones permitieron estudiar la evolución de la energía total resultante de las interacciones entre las partículas que constituyen el fluido hasta llegar al equilibrio termodinámico. De acuerdo al potencial de Leonard-Jones, se obtienen los diferentes perfiles de energía para distintas condiciones de densidad. Con tales perfiles se calcularon dos propiedades: energía total promedio y calor específico a volumen constante. También se logró obtener la función de distribución radial, la cual describe la variación de la densidad como función de la distancia medida desde una partícula de referencia.

faaromeroma@unal.edu.co

**Palabras claves:** simulación, monte carlo, fluido, leonard-jones, energía.

FC3850

## **ESTUDIO TEÓRICO-COMPUTACIONAL DE LA INTERACCIÓN ENTRE LA LUZ Y EL SONIDO EN ESTRUCTURAS DE CRISTAL FOXÓNICO**

*Jhoan Mauricio Gaviria Motato - Grupo de física teórica y computacional-  
Universidad del Quindío*

*Cristian Camilo Montes Vargas - Grupo de física teórica y computacional-  
Universidad del Quindío*

*Edgar Arturo Gómez González - Grupo de física teórica y computacional-  
Universidad del Quindío*

Los cristales foxónicos son estructuras novedosas, diseñadas para el control simultáneo de la propagación de fotones y fonones, así como la interacción entre ellos, mediante una modulación espacial periódica tanto de la constante dieléctrica como de las propiedades elásticas a una escala de longitud de onda común. En este trabajo se estudió a nivel computacional una estructura de cristal foxónico con un patrón de red cuadrado, formada por una matriz de silicio con inclusiones poliméricas (dispersores), encontrando a partir de las respectivas estructuras de bandas, las frecuencias prohibidas de propagación dentro del cristal tanto para ondas electromagnéticas como para ondas acústicas. Así mismo, se analizaron los cambios producidos en las estructuras de bandas a partir de alteraciones en la geometría de los dispersores y la inclusión de defectos, los cuales a su vez permitieron el modelamiento computacional de fibras de cristal foxónico. Por último, se estudió cómo la pérdida de material

limita la velocidad mínima de grupo que es posible desarrollar con las guías de onda foxónicas.

jmgaviriam@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** cristales foxónicos, fotón, fonón, física computacional, dispositivos acusto-ópticos.

FC3980

## ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DEL AMINO Y DIMETILAMINO-BENZONITRILA EN DIFERENTES MEDIOS SOLVENTES

*Andrés Medina Herrera - Grupo de Optoelectrónica, Universidad del Quindío*

*Herbert de Castro Georg - Departamento de Física, Universidad Federal de Goiás*

En este trabajo se presentan las propiedades estructurales y electrónicas en el estado fundamental de las moléculas amino-benzonitrilo (ABN) y dimetilamino-benzonitrilo (DMABN), en diferentes ambientes: aisladas, en ciclohexano, en diclometano, y en acetonitrila. El interés principal de este estudio surge porque la molécula de DMABN presenta doble fluorescencia, característica útil para aplicaciones en biosensores moleculares; además, aunque ha sido ampliamente estudiada aún no se conoce con claridad cuál es el mecanismo causante de la doble fluorescencia. Se estudiaron las configuraciones de mínima energía y dos estados de transición asociados al ángulo de piramidalización y a la rotación del grupo amino, para ambas moléculas. Para la optimización estructural de las moléculas aisladas se realizaron cálculos cuánticos usando el

método de estructura electrónica MP2 (Møller-Plesset en segundo orden de perturbación), mientras que el estudio de la estructura electrónica de las moléculas en los diferentes medios solventes se realizó mediante un método híbrido QM/MM secuencial combinado con el método de energía libre. Los resultados muestran que las moléculas son piramidales cuando se encuentran aisladas, y que en medios polares el ángulo de piramidalización disminuye; además, la rotación del grupo amino es más desfavorable cuando la polaridad del medio aumenta.

amedina@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** transferencia de carga, optimización estructural, simulación computacional.

FC3990

## MÉTODO DE LATTICE-BOLTZMANN EN COORDENADAS CURVILINEAS PARA EL ESTUDIO DE ONDAS MECANICAS AL INTERIOR DE LA CÓCLEA.

*Ali Mauricio Velasco - Universidad Nacional de Colombia*  
*José Daniel Muñoz Castaño - Universidad Nacional de Colombia*  
*Miller Mendoza Jimenez - Escuela politécnica federal de Zürich*

La cóclea es el organo principal del oído interno de los mamíferos, debido a que es responsable de la identificación de frecuencias y la transducción del sonido en señales eléctricas que pueden ser reconocidas por el cerebro. Sin embargo, el estudio de este órgano es una tarea difícil debido a que esta recubierto de hueso y la variedad de procesos físicos involucrados en su

comportamiento[1]. Adicionalmente, su geometría compleja hace que el modelamiento y simulación tenga un alto costo computacional[2]. Motivados por este hecho y por los procesos interesantes que pueden ser modelados al interior de este sistema complejo, construimos un modelo de lattice-Boltzmann en coordenadas curvilíneas para simular ondas de presión al interior de un modelo detallado de la cóclea . Los modelos de lattice-Boltzmann han sido ampliamente utilizados para simular sistemas de dinámica de fluidos y su aplicabilidad ha crecido rápidamente debido a su naturaleza mesoscópica y fácil implementación y paralelización. En el presente trabajo,, nosotros usamos este modelo para simular ondas de presión en un medio[3]. Con el fin de simular la geometría complicada de la cóclea, extendemos el modelo de lattice-Boltzmann para poder simular sistemas en coordenadas curvilíneas generalizadas, modificando la propuesta de M. Mendoza[4] y nuestra implementación previa para tubos. La implementación en coordenadas curvilíneas simplifica enormemente el cálculo de las condiciones de frontera en geometrías complicadas y resuelve el problema de aproximación de escalera cuando se simulan fronteras curvas. Nuestros resultados ilustran el poder y flexibilidad de este método extendido para simular ondas en geometrías complejas. [1] Guinan J., Salt A., Cheatham M. A., Progress in cochlear physiology after Bekesy. *Hearing Research*, 293, 12-20 (2012). [2] Sabo D., Barzelay O., Weiss S., Furst M., Fast evaluation of a time-domain non-linear cochlear model on GPU's. *Journal of Computational Physics*, 265, 97-112 (2014) [3] B. Chopard, M. Droz, *Cellular Automata Modeling of Physical Systems*, Cambridge University Press 1, Chap 7, (1998). [4] Miller Mendoza. *Relativistic Fluid Dynamics*

in Complex Systems. Ph.D. Thesis. ETH Zurich: Switzerland. (2012). [5] A.M. Velasco, J.D. Munoz, M. Mendoza, Lattice Boltzmann model in curvilinear coordinates for the study of the vibrational modes of a trumpet. Oral presentation at 24th International Conference on Discrete Simulations on Fluid Dynamics, Edinburgh (Scotland), (July 2015)

amvelascos@unal.edu.co

**Palabras claves:** lattice-boltzmann, coordenadas curvilineas, coclea, acustica.

FC403P

## UN MODELO DE LATTICE-BOLTZMANN PARA LA ECUACIÓN ADVECCIÓN-DIFUSIÓN EN COORDENADAS GENERALIZADAS

*Juliana García Sarmiento - Universidad Nacional de Colombia*  
*José Daniel Muñoz Castaño - Universidad Nacional de Colombia*  
*Miller Mendoza Jiménez - Escuela Politécnica Federal de Zúrich -*

---

El fenómeno de Advection-Diffusion (AD) se encuentra ampliamente en aplicaciones científicas y de ingeniería, ya que puede describir fenómenos de transporte en los que se transfieren diferentes cantidades físicas, tales como contaminación en ríos o fluidos ambientales, convección térmica en líquidos, entre otros. Con el fin de analizar y estudiar estos fenómenos se han desarrollado varios enfoques numéricos como diferencias finitas, elementos y volúmenes finitos. Sin embargo, estos métodos convencionales necesitan información de células adyacentes para

calcular los nuevos valores de la cantidad deseada (presión, velocidad, etc.) y podrían tener complicaciones cuando se consideran geometrías curvas. Como posible solución a esto, se ha planteado un modelo que es capaz de manejar virtualmente cualquier tipo de geometría. Este modelo puede aplicarse a muchos casos en la naturaleza, ya sea con curvatura espacial intrínseca o confinamiento geométrico de los grados de libertad de las partículas. La estrategia del modelo consiste en mantener un rastro de cómo las cantidades microscópicas cambian de celda a celda introduciendo el tensor métrico y los símbolos de Christoffel para la geometría en el término de forzamiento. Una estrategia de tratar la información sobre la curvatura como un término forzante, hasta donde sabemos, no se ha implementado para estudiar la ecuación de advección-difusión en geometrías curvas. Este trabajo consiste en introducir este nuevo término que contempla información sobre el tensor métrico y los símbolos de Christoffel. Con este modelo, será posible los fenómenos de advección-difusión en casi cualquier geometría, que van desde la difusión de calor en una placa circular o esfera hasta la formación de meandro en un río curvado.

jugarciasa@unal.edu.co

**Palabras claves:** método de lattice boltzmann, geometrías curvas, ecuación de advección-difusión.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## AVANCES EN LA DESCRIPCIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR UTILIZANDO IDEAS DE LA MECÁNICA ESTADÍSTICA

*José Daniel Muñoz Castaño - Departamento de Física, Universidad Nacional de  
Colombia*

*Luis Eduardo Olmos Sánchez - Departamento de Física, Universidad Nacional de  
Colombia*

El tráfico es uno de los aspectos de una ciudad que más afectan la calidad de vida de sus habitantes. Su comportamiento global, en el que estamos interesados, es el resultado cooperativo de la interacción de muchos elementos discretos (los autos) que no nos interesa describir en detalle, lo que lo hace ideal para ser tratado usando herramientas de la mecánica estadística, como transiciones de fase y métodos de simulación de Monte Carlo. Este trabajo presenta algunos avances realizados recientemente utilizando ideas de la mecánica estadística para entender cómo aparece la congestión vehicular a nivel de calle, barrio y ciudad.

[jdmunozc@unal.edu.co](mailto:jdmunozc@unal.edu.co)

**Palabras claves:** tráfico, congestión vehicular, transiciones de fase.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## ALGUNOS MÉTODOS DE SIMULACIÓN PARA ESTUDIAR SISTEMAS FÍSICOS

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia*

En la naturaleza, existen sistemas que son complejos de estudiar, debido a diversos factores como: alta complejidad, gran tamaño o muy bajas dimensiones, dificultad de analizar su comportamiento en tiempo real, entre otras razones. Para resolver estos desafíos, la simulación de estos sistemas físicos se ha convertido en una alternativa viable y muy útil, a la hora de entender su evolución ante determinada variable como tiempo, temperatura, presión, etc. Las simulaciones también son de gran utilidad a la hora de corroborar resultados experimentales. Por estas razones, en este trabajo se presentará una perspectiva de la importancia que tienen las simulaciones en la física, especialmente en el campo de los materiales. Métodos como diferencias finitas, elementos finitos, Monte Carlo y dinámica molecular, han sido de amplia utilización en el mundo de la física.

erestrepopa@unal.edu.co

**Palabras claves:** monte carlo, dinámica molecular, sistemas físicos, materiales.

## **THE METHOD ANGULAR SPECTRUM FOR FRESNEL DIFFRACTION IN TERM OF FOURIER FRACTIONAL TRANSFORM FROM TITLE IN CIRCULAR APERTURE : THEORY AND SIMULATIONS**

*Carlos Jiménez - Universidad de La Guajira*

*Jaime Castillo - Universidad de La Guajira*

*Juan M Vilardy - Universidad de La Guajira*

*Cesar Torres - Universidad Popular del Cesar*

*Susana Salinas - Universidad del Zulia*

We applied the method angular spectrum for the numerical computation of Fresnel diffraction in term of Fourier fractional transform from, patterns from circular aperture title at an arbitrary angle to the optical axis. Detailed theoretical formalism is developed and discussed, and then is applied for the numerical computation and simulation of the actual diffraction patterns for an arbitrary optical configuration. The generated intensity distributions images show distortion and stretching in the direction of the tilt, but not in the other orthogonal direction. Significant decrease of the intensity is also predicted and observed, the decrease being proportionate with the tilt angle. The simulated images qualitatively resemble those published in the literature. In addition to single-axis tilts, simultaneous rotations tilts of the aperture in two orthogonal coordinate axes were also briefly considered and simulated. Modalidad póster

carlosj114@gmail.com

**Palabras claves:** angular spectrum, fresnel diffraction, fourier fractional transform , rotations.

FC4520

## **ELECTRONIC AND MAGNETIC PROPERTIES OF NI-DOPED ALAS: A FIRST-PRINCIPLES DFT STUDY**

*Viviana Dovale-Farelo - Universidad del Norte*

*William López-Pérez - Universidad del Norte*

*Alvaro González-García - Universidad del Norte*

*Rafael González-Hernández - Universidad del Norte*

First principles calculations were performed to study the electronic and magnetic properties of Ni-doped ALAs within Density Functional Theory (DFT) formalism. The study was done using a 6.25% Ni concentration with a  $2 \times 2 \times 2$  supercell. This structure was relaxed to calculate the lattice parameter ( $5.73\text{Å}$ ), cohesive energy ( $7.48\text{ eV}$ ) and formation energy ( $0.99\text{ eV}$ ), which values are in good agreement with experimental data. Substitutions of Al or As by Ni atoms were done, preferring to replace Al atoms. Total energy calculations for non-magnetic (NM), ferromagnetic (FM) and antiferromagnetic (AFM) states were performed. In the supercell two Al atoms were replaced by two Ni atoms at different distances ( $4.051\text{Å}$ ,  $5.729\text{Å}$ ,  $7.016\text{Å}$ ,  $8.101\text{Å}$  and  $9.922\text{Å}$ ) for five different possible configurations: C0-1, C0-2, C0-3, C0-4 and C0-5. C0-n indicates the configuration corresponding to one Ni atom placed in the origin and another one placed in n position. For 6.25% Ni-doped ALAs in different configurations, the C0-1 results to be more stable in a AFM state with a total magnetization (TM) of  $0\ \mu\beta$ . In this configuration, the impurities are separated by a distance

of 3.990Å, and the smallest distance between Ni-As was of 2.338Å. The dilute magnetic semiconductor prefers the AFM state over the FM by an energy difference of 102 meV.

vdovale@uninorte.edu.co

**Palabras claves:** dilute magnetic semiconductors, density functional theory, magnetic properties, electronic properties.

FC4540

## ESTUDIO COMPUTACIONAL DEL PARTICIONAMIENTO DE S EN ALEACIONES DE FES A CONDICIONES DE PRESION Y TEMPERATURA DEL NUCLEO TERRESTRE

*Karen Valencia - Universidad del Norte*

*Aldemar De Moya - Universida del Norte*

*Carlos Pinilla - Uninversidad del Norte -*

De acuerdo a varios estudios experimentales se sabe que el núcleo terrestre está compuesto principalmente por Fe, sin embargo, la adición de elementos livianos es necesaria para explicar la diferencia en densidad presente entre un núcleo conteniendo Fe puro y aquella derivada de modelos sismológicos. El S tienen una gran oportunidad a estar presente en el núcleo terrestre dada su abundancia y solubilidad en Fe, también es apropiado considerar este elemento como uno de los de mayor probabilidad porque se encuentra en grandes cantidades en núcleos planetesimales y el núcleo está en equilibrio termodinámico con los silicatos que forman el manto terrestre. En los últimos años los métodos

computacionales de materiales se han convertido en una herramienta importante en el campo de la Geociencias, dada la capacidad que brindan de estudiar el comportamiento de minerales a condiciones de presión y temperatura cercanas al bajo manto y núcleo terrestre y por tanto permitiendo dar un vistazo a propiedades físicas y químicas de estos materiales y que permiten complementar estudios experimentales realizados. En este trabajo usamos métodos de modelamiento computacional de materiales aplicado al particionamiento de S en aleaciones de FeS en fase líquida y sólida a condiciones de la frontera entre núcleo interno y externo terrestre. Esta información permite complementar la interpretación de resultados experimentales y puede ser utilizada como apoyo para el entendimiento de perfiles sismológicos actualmente utilizados para obtener información acerca de la composición interna del planeta, la generación del geodínamo responsable del campo magnético terrestre y en general el contexto geoquímico de la formación del planeta tierra.

Kpvalencia@uninorte.edu.co

**Palabras claves:** fe3s, calculo de primeros principios, alta presion, propiedades termodinamicas.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DE PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE FE Y FES A CONDICIONES DEL NÚCLEO INTERNO TERRESTRE.

*Aldemar de Moya Camacho - Universidad del Norte*

*Karen Valencia - Universidad del Norte*

*Carlos Celimo Pinilla - Universidad del Norte*

Las observaciones de velocidad de propagación de ondas sísmicas, composición de meteoritos, resultados de experimentos y modelamiento computacional de materiales a condiciones extremas indican que el núcleo terrestre (aprox. 320 - 350 GPa y 5000-6500 K) está constituido en su mayoría de Fe con menor presencia de elementos ligeros como Si, C, S de alta solubilidad a estas condiciones. La inclusión de estos elementos explica la diferencia en densidad que existe entre datos sísmicos y resultados de laboratorio de relevancia para entender la formación del planeta. El Fe puro presenta cuatro fases conocidas: bcc, fcc, hcp y dhcp. En este trabajo se realizó cálculos computacionales basados en métodos de la teoría del funcional densidad (DFT) sobre las propiedades estructurales, magnéticas y termodinámicas de fases de Fe a condiciones del núcleo terrestre para obtener información sobre estabilidad a estas condiciones. Adicionalmente, dado que S es uno de los candidatos a ser incorporado en el núcleo, este estudio se extiende al análisis de las fases de FeS, y sus polimorfos como función de la presión, siendo la troilita (NiAs) la fase más estable a condición ambiente. A otros rangos de presiones fases como monoclinica (6.7 - 60 GPa, temperatura ambiente), ortorrómbica (23 GPa-180 GPa, 1300 K) y CsCl (> 180 GPa, > 1300 K) son más

estables. Se estudiaron las estructuras troilita (NiAs), ortorrómbica y CsCl, donde se encontró que esta última estructura es la más estable a condiciones del núcleo terrestre. Finalmente, un análisis de propiedades vibracionales de estas fases permitió estudiar los efectos de la temperatura en su estabilidad. Nuestros resultados son discutidos en base a recientes observaciones experimentales y trabajos teóricos de esta área de la física de altas presiones.

aldemard@uninorte.edu.co

**Palabras claves:** núcleo, dft, fases, presión.

FC461P

## **DISPOSITIVO PARA RECONOCIMIENTO DE NAIPES Y SU APLICACIÓN COMO JUEGO DE MESA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL**

*Stalin Robles - Universidad Popular del Cesar  
Elisa Cordoba - Universidad Popular del Cesar  
yaileth Morales - Universidad Popular del Cesar  
Cesar Torres - Universidad Popular del Cesar*

Se elaboró un dispositivo encargado de reconocer naipes por medio de una imagen obtenida en tiempo real. Para la elaboración del dispositivo se realizó una interfaz de usuario utilizando Matlab como herramienta informática y a su vez una cámara encargada de hacer la captura de la imagen. El usuario coloca la carta sobre la superficie señalada, capturar la imagen e identifica el naipe. Ésta información es transmitida a un auricular para que la persona con discapacidad visual sepa que naipe es y participar en el juego. Una

vez más queda demostrado la gran versatilidad de Matlab para el procesamiento digital de imágenes.

morales.yaileth@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** reconocimiento patrones, naipes, discapacidad visual, matlab.

FC462P

## RECONOCIMIENTO DE PATRONES APLICADO A LA IDENTIFICACIÓN DE BILLETES COLOMBIANOS UTILIZANDO MATLAB

*José Duarte - Universidad Popular del Cesar  
Daniel Morales - Universidad Popular del Cesar r  
yaileth Morales - Universidad Popular del Cesar  
Cesar Torres - Universidad Popular del Cesar*

En este trabajo se implementó la aplicación de lectura y reconocimiento de billetes colombianos capturados en tiempo real por una cámara web o una cámara celular de 8 Megapixles. Se realizó una interfaz de usuario y una base de datos en Matlab, para la comparación y suma de los diferentes billetes enfocados por la lente de la cámara. Se comprobó la calidad del reconocimiento de los distintos billetes, con esto la importancia de este método en el procesamiento de imágenes.

morales.yaileth@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** reconocimiento patrones, billete colombiano, matlab.



## ESTABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPIEDADES ELECTRÓNICAS DE LA INTERFACE ZrN/GRAFENO

*Carlos Mario Ariza Gallego - Grupo de Investigación en Teoría de la Materia Condensada, Universidad del Magdalena, Santa*

*Gene Elizabeth Escorcía Salas - Grupo de Investigación en Teoría de la Materia Condensada, Universidad del Magdalena, Santa*

Se presenta un estudio teórico de la nueva interface ZrN(111)/grafeno, la cual es particularmente interesante porque es la juntura de dos materiales tecnológicamente importantes en la industria electrónica y optoelectrónica. Específicamente se realiza un estudio basado en cálculos de energía total mediante la teoría de la densidad funcional (DFT), para determinar la energía de formación de la interface y de allí establecer su estabilidad estructural y propiedades electrónicas. Los efectos de correlación e intercambio se trataran usando la aproximación de gradiente generalizado (GGA) de Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE). Para la reconstrucción de la interface ZrN(111)/grafeno, se utiliza la herramienta de software Quantumwise, la cual permite establecer las diferentes celdas superficiales tanto para el ZrN como para el grafeno que presentan los menores mismatch entre redes. Finalmente, se determinan las energías formación y adhesión y la densidad de estados de la interface ZrN/grafeno en la reconstrucción con menor mismatch.

kharlos04@gmail.com

**Palabras claves:** dft, grafeno, superficies, zrn.

FC475P

## **ESTUDIO TEÓRICO DE LAS FASES CRISTALINAS DEL NB-N: ESTABILIDAD DE FASE, PROPIEDADES ELECTRÓNICAS Y MECÁNICAS**

*Diego Andrés Restrepo Leal - Grupo de Investigación en Teoría de la Materia  
Condensada, Universidad del Magdalena, Santa*

*Gene Elizabeth Escorcía Salas - Grupo de Investigación en Teoría de la Materia  
Condensada, Universidad del Magdalena, Santa*

Recientemente, se midió la ultra-incompresibilidad y una elevada rigidez al corte de la fase hexagonal policristalina del  $\epsilon$ -NbN, hasta 30 GPa en presión, usando interferometría ultrasónica y difracción de rayos X, complementada con cálculos de primeros principios, mediante la teoría funcional de densidad. Inspirado por estas observaciones, en el presente estudio, usando cálculos de primeros principios, hemos calculado las propiedades de varias fases estables y metaestables del Nitruro de Niobio, Nb-N, las cuales fueron predichas por el algoritmo evolutivo USPEX. Se encontraron nuevas estructuras de Nb:N con diferentes proporcionalidades. Adicionalmente, se analizan las propiedades electrónicas y mecánicas del Nitruro de niobio, para comprender su relación con la estructura y la composición. Se analizan los efectos de vacancias en la estructura, sobre las propiedades mecánicas y los enlaces químicos de estos nitruros de niobio. Nuestros resultados muestran que el módulo de volumen y el módulo de cizallamiento crecen monótonamente con la disminución del contenido de vacantes.

**Palabras claves:** nbn, teoría del funcional densidad, propiedades electrónicas.

FC476P

## **CÁLCULO NUMÉRICO DE LA CONCENTRACIÓN ELECTRÓNICA ASOCIADA AL WAKEFIELD, GENERADO POR MICROONDAS, EN EL PLASMA AL INTERIOR DE UNA GUÍA DE ONDA RECTANGULAR**

*Yensur Harvey Camacho Hernández - Universidad Industrial de Santander*

*Eduardo Alberto Orozco Ospino - Universidad Industrial de Santander*

El uso del plasma como medio acelerador promete reducir la longitud de los aceleradores de partículas de kilómetros a metros, debido a su capacidad para soportar campos eléctricos tres órdenes de magnitud mayores que las cavidades metálicas usadas actualmente. La fuerza ponderomotriz de un pulso láser de alta intensidad que incide en un plasma permite generar una onda electrostática de gran amplitud (wakefield) que se propaga a altas velocidades, permitiendo la aceleración de partículas cargadas inyectadas adecuadamente. El uso de láseres de alta potencia hace costosa la implementación eficiente del mecanismo, por lo cual, se propuso utilizar microondas en guías de onda para reducir el sobrecosto. Aria y Malik, usaron un modelo de plasma frío y acolisional para estudiar la generación del wakefield en una guía de onda rectangular y dedujeron una ecuación diferencial que describe la evolución del potencial (wake) detrás del pulso, la cual resolvieron usando el método de Runge-Kutta de cuarto orden. En

este trabajo se resuelve numéricamente la ecuación diferencial del wake utilizando el método RKF45 al considerar un pulso gaussiano de microondas con amplitud  $E_0=0.35$  MV/m, frecuencia  $\omega=8$  GHz y duración  $\tau=0.8$  ns, que excita el modo fundamental (TE<sub>10</sub>) de una guía de onda rectangular de ancho  $b=0.03$  m con plasma en su interior ( $n_0=1.8 \times 10^{16}$  m<sup>-3</sup>). Se presentan los resultados del cálculo numérico del wake (y el Wakefield correspondiente), a partir de los cuales se resuelve la ecuación de Poisson utilizando el método de diferencias finitas, con el fin de calcular la concentración electrónica del plasma en la guía de onda.

yensur.camacho@correo.uis.edu.co

**Palabras claves:** plasma, fuerza ponderomotriz, wake, wakefield.

FC4770

## A FIRST PRINCIPLE STUDY ON ELECTRONIC AND MECHANICAL PROPERTIES OF 2D III-ARSENIDE SYSTEMS

*Alvaro González-García - Universidad del Norte*

*William López-Pérez - Universidad del Norte*

*Rafael González-Hernández - Universidad del Norte*

*Carlos Pinilla - Universidad del Norte*

Structural, mechanical and electronic properties of 2D-dimensional honeycomb structure of group IIIAs binary compounds (III = B, Al, Ga, In) have been studied by first-principles calculations based on density functional theory (DFT). Results display that 2D-BAs is found to be a stable structure for a planar geometry; while 2D-AlAs, GaAs and InAs, are for a low-buckled geometry. In addition,

bond length (cohesive energy) increases (decreases) from 2D-BAs to 2D-InAs in the present study. The calculation of elastic constants shows that the Young's modulus, bulk modulus and shear modulus decrease for 2D- IIIAs binary compounds as we move down on the group of elements of the periodic table. It is found that BAs is ~ 250% (400%) times stiffer along the in-plane direction than both AlAs and GaAs (InAs). This can be explained by bonding features. Bond length is inversely proportional to bond strength. On the contrary, we find that the Poisson's ratio increases with increasing row number of elements. It means, as we move down on the group of elements, the 2D-IIIAs binary compounds display less stiffness and more plasticity. Regarding the electronic properties, the semiconducting nature of the 3D-IIIAs compounds is retained by their 2D counterpart. Metallic 2D candidates are less likely to be stable due to their high reactivity. Since graphene was isolated, the search for new 2D candidates has increased. Therefore, semiconducting 2D crystals, such as 2D III-As, are promising materials for the design of new electronic and optoelectronic devices. This study also provides relevant physical knowledge for further theoretical and experimental studies.

alvarogonzalez@uninorte.edu.co

**Palabras claves:** dft, two dimensional materials, arsenide.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## SPIN COMPENSATION TEMPERATURES OF A FERRIMAGNETIC SYSTEM

*Carlos Andres Mercado Valencia - Universidad De Sucre*  
*Nicolas Antonio De La Espriella Velez - Universidad De Cordoba*

The thermomagnetic properties of a Ising ferrimagnetic system on a bipartite square lattice of spins  $S = 2$  and  $Q = 5/2$  with different single ion anisotropies are analyzed by Monte Carlo simulations. We obtained the phase diagrams at finite temperature of the total magnetization  $MT$ , the magnetization of sublattices ( $MA$ ,  $MB$ ), specific heat  $C$  and the total susceptibility  $\chi T$  per spin of the model. In the planes  $(D1/|J1|, kBT/|J1|)$  and  $(D2/|J1|, kBT/|J1|)$  the critical and compensation temperatures have been deduced. We found that single-ion anisotropy interactions play an important role for the existence of compensation temperatures. Compensation points may be present, for a specific range of crystal field of sublattice spins  $Q = 5/2$ , even when the anisotropy field of sublattice spins  $S = 2$  is zero.

camv5120@gmail.com

**Palabras claves:** mixed ising system, critical and compensation temperatures, single-ion anisotropy.

## **ESTUDIO EXPERIMENTAL Y SIMULACIÓN DE LA DINÁMICA DE ELECTRONES DE EMISIÓN SECUNDARIA EN UNA CÁMARA DE DESCARGAS PULSADAS DE ALTO VOLTAJE Y BAJAS PRESIONES.**

*Yerson Fabian Barragan Jimenez - Universidad industrial de santander UIS*

*Eduardo Alberto Orozco Ospino - Universidad industrial de santander UIS*

*Rogelio Ospino - Universidad industrial de santander UIS*

*Fernado Duran Florez - Universidad Pontificia Bolivariana UPB*

*Carlos Javier Jaimes Ochoa - Universidad Pontificia Bolivariana UPB*

*Fredy Fabian Parada Becerra - Universidad industrial de santander UIS*

La implementación de la implantación iónica tridimensional en tratamientos de superficies metálicas ha demostrado ser un buen método para aumentar la vida útil de herramientas de acero al carbono. El plasma producido a través de la descarga de alto voltaje que da origen a la implantación iónica se sostiene mediante los electrones de emisión secundaria que son obtenidos mediante el bombardeo de los iones con el cátodo. En este trabajo se presentan los resultados experimentales de la propagación espacial de estos electrones a través de un sistema de rejillas en acrílico y mediante un modelo computacional se hace un estudio del comportamiento del plasma generado al interior de la cámara de descarga. La trayectoria de los electrones del haz, su evolución energética y respectivas velocidades se obtienen resolviendo la ecuación de NewtonLorentz relativista, mediante el esquema de leapfrog utilizando la aproximación de partícula simple. El equipo de trabajo para la implantación iónica tridimensional se fundamenta en el reactor JUPITER (Joint Universal Plasma and Ion

Technologies Experimental Reactor) donde se trabaja con descargas de [20keV] a bajas presiones [0,52,5 Pa]. Con base en los resultados obtenidos en la simulacion y verificados experimentalmente , se evidencia que : La densidad de energia del haz de electrones de la emision secundaria es directamente proporcional a la altura con respecto al catodo y adicionalmente se observa que la densidad de corriente presenta un comportamiento correlacionado con la divergencia del haz de los electrones.

yersonfabian16@gmail.com

**Palabras claves:** emision secundaria, implantacion ionica,plasma,esquema de leap-frog.

FC490P

## **SIMULACIÓN DFT (DENSITY FUNCTIONAL THEORY) Y CPMD (CAR PARRINELLO MOLECULAR DYNAMICS) DE FORMACIÓN DE CANALES DE CONDUCCIÓN EN TiO<sub>2</sub> /TiO(2-X) EN DISPOSITIVOS MEMRISTIVOS.**

*Natalia Ivonne Sierra Riaño - Universidad Pedagogica Nacional - Universidad Distrital*

Resumen: El presente resumen pretende mostrar los avances y algunos resultados obtenidos en la investigación que esta llevando a cabo sobre la formación de canales de conducción en el TiO<sub>2</sub>/TiO(2-x), para dispositivos de tipo memristivo. Este trabajo se ha venido realizando a partir del uso de los programas DFT y CPMD en presencia de un campo eléctrico, lo anterior con el fin de



determinar la formación de los canales de conducción en esta clase de mecanismos. Estos resultados son importantes para dar más luces acerca de su característica principal, su memoria no volátil, lo que es importante para la futura producción de estos dispositivos en la industria.

nasierrar3@gmail.com

**Palabras claves:** cpmd, dft,  $tio2/tio(2-x)$ , dispositivos memristivos, memoria no volátil.

FC494P

## **SOLUCIÓN NUMÉRICA DE LA ECUACIÓN DE LAPLACE PARA EL POTENCIAL ESCALAR MAGNÉTICO EN LA OBTENCIÓN DE UN PERFIL DE CAMPO CONSISTENTE EN EL MODELO SARA.**

*Jhon Edinson López Durán - Universidad Industrial de Santander  
Eduardo Alberto Orozco Ospino - Universidad Industrial de Santander  
Veleriý Dondokovich Dugar Zhabon - Universidad Industrial de Santander -*

La aceleración autoresonante espacial (SARA por la sigla en inglés de Spatial Auto-Resonant Acceleration) consiste en la aceleración resonante de un haz de electrones por un campo de microondas transversal eléctrico estacionario confinado en una cavidad resonante afectada por un campo magnetostático no homogéneo externo, con un perfil longitudinal apropiado generado para mantener la condición de resonancia ciclotrónica . Este mecanismo de aceleración ha servido de base para el diseño de fuentes de rayos X. En la práctica, dicho perfil puede ser generado

por un sistema de bobinas con corriente; sin embargo, una mejor opción consiste en reemplazar tal sistema por un sistema de anillos magnéticos con magnetización uniforme a lo largo del eje axial con el propósito de ahorrar espacio y energía, puesto que en este caso no se requiere de fuentes de alimentación para generar el campo magnetostático. En este trabajo se presentan los resultados del cálculo del campo magnetostático basado en el sistema de anillos magnéticos propuesto, el cual es calculado a partir del potencial escalar magnético asociado. Para ello solucionamos numéricamente la ecuación de Laplace para dicho potencial en un esquema de diferencias finitas centradas con el método de relajación sucesiva. A partir de la solución numérica de la ecuación relativista de Newton-Lorentz se muestra que los perfiles de campo magnetostático obtenidos garantizan la aceleración de un haz electrónico en el régimen SARA

jeld1207@gmail.com

**Palabras claves:** campo magnetostático, potencial escalar magnético, ecuación de Laplace, diferencias finitas, autoresonancia ciclotrónica espacial.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **ESTUDIO TEÓRICO DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPIEDADES ELECTRÓNICAS DEL NBO BAJO LA INFLUENCIA DE LA PRESIÓN Y LA TEMPERATURA USANDO LA SUITE QUANTUM ESPRESSO**

*Elias Gonzalez Alarcon - Universidad De Cartagena  
beatriz h. cogollo-olivo - Universidad De Cartagena  
Aida Liliana Barbosa Lopez - Universidad De Cartagena  
Javier A. Montoya - Universidad De Cartagena*

En este trabajo se estudió teóricamente las propiedades estructurales y electrónicas del monóxido de niobio (NbO) mediante cálculos de Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), empleando la suite de libre distribución Quantum Espresso versión 5.4.0 por medio del método de pseudopotenciales y ondas planas. El NbO posee una simetría cúbica y pertenece al grupo espacial (pm-3m). Un resultado preliminar nos indicó que la convergencia para la energía de corte debía ser de 100 Ry, y la convergencia para puntos K se dio para puntos  $K = 6 \times 6 \times 6$ . La estabilidad estructural y ecuación de estado del NbO se estudió variando las condiciones de presión y temperatura, la presión se varió desde 200 a 2000 atmósferas en intervalos aproximados de 200 atmósferas; la temperatura desde 300 a 800 °C en intervalos de 50°C dentro de la aproximación Quasi-armónica. Además, también se realizaron cálculos de fonones, densidad electrónica de estados, densidad fonónica de estados, bandas y U de Hubbard. La caracterización de este compuesto servirá como base para evaluar la posible utilización del mismo en catálisis.

**Palabras claves:** monóxido de niobio (nbo), teoría del funcional de la densidad (dft), catálisis.

FC498O

## **ESTUDIO COMPUTACIONAL DE INESTABILIDADES BALLOONING EN UN PLASMA PARA FUSIÓN TERMONUCLEAR EN UN TOKAMAK ESFÉRICO**

*Jesús Eduardo López Durán - Universidad Industrial de Santander  
Eduardo Alberto Orozco Ospino - Universidad Industrial de Santander  
Veleriy Dondokovich Dugar Zhabon - Universidad Industrial de Santander -*

Los modos ballooning pertenecen a un tipo de inestabilidad magnetohidrodinámica (MHD) provocada por gradientes de presión en regiones donde la curvatura local de las líneas de campo magnético son desfavorables, usualmente presentes en las regiones de borde exterior de los dispositivos como los Tokamak o configuraciones helicoidales para el estudio de la fusión termonuclear de plasmas confinados magnéticamente. En este trabajo se presenta el estudio computacional de la dinámica de los modos ballooning en un Tokamak esférico de aspecto de radio  $A=1.3$ , utilizando el modelo MHD ideal. Las condiciones iniciales de equilibrio se obtienen a partir de la solución numérica de la ecuación de Grad-Shafranov con condiciones de frontera libre, encontrando los valores típicos de presión y corriente en el eje magnético del orden de los MPa y MA respectivamente. La evolución temporal del plasma se obtiene a partir de la solución

numérica de las ecuaciones MHD por algoritmos de Runge-Kutta y diferencias finitas.

jelopez2663@gmail.com

**Palabras claves:** ecuación de grad-shafranov, mhd ideal, diferencias finitas, tokamak esférico, fusión.

FC5000

## ESTUDIO COMPUTACIONAL DE LA ACELERACIÓN AUTORESONANTE DE ELECTRONES EN CAMPOS MAGNÉTICOS HOMOGÉNEOS Y VARIABLES EN EL TIEMPO (GYRAC)

*José Alejandro Hernández Quintero - Universidad Industrial de Santander*

*Eduardo Alberto Orozco Ospino - Universidad Industrial de Santander*

*Valeriy Dondokovich Dugar-Zhabon - Universidad Industrial de Santander -*

El mecanismo de aceleración giroresonante Gyraac consiste en la aceleración 2D de electrones por una onda transversal eléctrica estacionaria polarizada circularmente y un campo magnético homogéneo variable en el tiempo para compensar el incremento del factor relativista durante la fase de aceleración. La rotación del campo eléctrico garantiza estabilidad en la diferencia de fase entre el campo eléctrico y la velocidad del electrón, conduciendo a la aparición del régimen de aceleración autoresonante Gyraac. Dicho mecanismo fue propuesto por Golovanivsky y ha sido objeto de varios estudios basados teóricos[1]. En este trabajo se presentan los resultados del estudio computacional de dicho mecanismo utilizando dos enfoques: (i) solución numérica de las ecuaciones

diferenciales aproximadas que describen la evolución de la energía y la diferencia de fase entre la velocidad del electrón y el campo eléctrico, utilizando el método de Runge-Kutta de cuarto orden (RGKT4) y (ii) solución numérica de la ecuación relativista de Newton-Lorentz utilizando la expresión exacta del campo eléctrico, mediante el método de Boris, a partir de la cual se realiza un análisis de la trayectoria, velocidad y energía del electrón. de la trayectoria, velocidad y energía del electrón. Los resultados muestran concordancia con los obtenidos en estudios previos[1]. Nuestros resultados presentan pequeñas diferencias debido a la incorporación de las expresiones exactas del campo de microondas modo cilíndrico TE<sub>111</sub>. Finalmente se hace un estudio de la radiación sincrotrónica emitida por el electrón cuando alcanza el límite de aceleración. [1]Golovanivsky, K. S. (1982). The Gyroc: A Proposed Gyro-Resonant Accelerator of Electrons. IEEE Transactions on Plasma Science, 10(2), 120-129.

alejandroher07@gmail.com

**Palabras claves:** gyroc, autoresonancia temporal, estabilidad de fase, simulación computacional, incremento de energía.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO NUMÉRICO DE LA DINÁMICA DE PARTÍCULAS CARGADAS EN UNA TRAMPA MAGNÉTICA MÍNIMO-B MODIFICADA MEDIANTE BOBINA CENTRAL

*Jhon Fredy Carreño Saavedra - Universidad Industrial de Santander*  
*Eduardo Alberto Orozco Ospino - Universidad Industrial de Santander*  
*Valeriy Dugar-Zhabon - Universidad Industrial de Santander*

Las fuentes iónicas basadas en el fenómeno de resonancia ciclotrónica electrónica (ECRIS por sus siglas en inglés) con trampas magnéticas mínimo-B se han convertido en una herramienta muy útil en la producción de haces iónicos multicargados. Para producir iones con mayor grado de ionización es necesario aumentar la densidad y el tiempo de confinamiento del plasma. En este trabajo se realiza un estudio computacional preliminar del confinamiento de partículas cargadas en una nueva configuración magnética, la cual incluye una bobina central con corriente que circula en sentido opuesto al de las bobinas axiales de una trampa magnética mínimo-B convencional con el propósito de mejorar el confinamiento del plasma. Se calcula la razón de espejo y se estudia la dinámica de las partículas cargadas (electrones e iones) afectadas por un campo de microondas modo TE<sub>111</sub> en aproximación de partícula simple. El campo magnético se calcula a partir de la solución numérica de la ecuación descrita por la ley de Biot-Savart. Las posiciones y velocidades de las partículas se calculan computacionalmente en cada instante de tiempo a partir de la solución numérica de la ecuación relativista de Newton-Lorentz utilizando el método de Boris.

**Palabras claves:** ecris, plasma confinado magnéticamente, resonancia ciclotrónica electrónica, simulación computacional.

FC507P

## **A NOVEL EQUALIZER FOR MIMO-OFDM SYSTEMS BASED ON THE FRACTIONAL FOURIER TRANSFORM**

*Sandra Emilia Molina Montero - Universidad Popular del Cesar*

*Fabián René Costa Mora - Universidad Popular del Cesar*

*Cesar Orlando Torres Moreno - Universidad Popular del Cesar -*

El constante y creciente uso de servicios de conectividad, acompañado de la innegable atracción de los usuarios hacia las tecnologías inalámbricas, ha llevado a los ingenieros, desarrolladores y proveedores, a buscar estrategias y recursos para optimizar el aprovechamiento de los recursos que ofrecen y limitan los medios no guiados de propagación electromagnética. Entre estos está la frecuencia, tiempo y el código, pero es quizás la multiplexación espacial la última, o por lo menos, la más reciente en haber sido contemplada. La multiplexación espacial explota la diversidad de dispersión de los canales inalámbricos, la cual resulta ser un problema debido a la limitación en el diseño para las técnicas convencionales, a través del uso de múltiples canales antenas en transmisión y en recepción. OFDM es una técnica digital de modulación multiportadora, que ha demostrado ser una de las más eficientes para el uso del espectro y por ende utilizada en gran medida. Este trabajo se basa en un esquema de modulación que fusiona ambas técnicas, para formar algo que se ha denominado



MIMO-OFDM, el cual hereda las propiedades y beneficios de ambos predecesores. En este trabajo se plantea un método de ecualización en estación receptora basado en la FrFT para un sistema de comunicaciones conformado un arreglo de antenas MIMO con multiplexación espacial, y OFDM como esquema de modulación, con el MSE como criterio de optimización para ambientes de propagación modelados bajo el desvanecimiento de Rayleigh. Los resultados que en el artículo se exhiben fueron realizados tomando como base la simulación de algoritmos implementados en el Software Matlab.

sandramolina@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** arreglos mimo, esquema ofdm , equalizador óptimo, transformada fraccional de fourier.

FC5180

## **CINEMÁTICA DIRECTA MEDIANTE EL ALGORITMO DE DENAVIT-HARTENBERG PARA SU APLICACIÓN EN LA SIMULACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO SUBACTUADO EN EL ENTORNO SIMMECHANICS**

*Juan Libardo Duarte Madrid - USTA*

*Edwin Alonso González Querubín - USTA*

*Paolo Andrés Ospina Henao - USTA -*

En este documento se presenta paso a paso la cinemática directa mediante el algoritmo de Denavit-Hartenberg de un sistema subactuado tipo péndulo invertido rotacional o de Furuta; la cinemática es de gran ayuda para la configuración de un modelo

CAD importado en el entorno SimMechanics-MATLAB desde SOLIDWORKS, de esta manera se puede ver la aplicación de la cinemática directa en un simulador 3D.

juan.duarte03@ustabuca.edu.co

**Palabras claves:** cinemática directa, matlab, péndulo invertido rotacional, simulación, sistema subactuado.

FC5310

## POTENCIA ESTOCÁSTICA EN REACTORES NUCLEARES

*Yohan Mauricio Oviedo Torres - Universidad Surcolombiana*

*Diego Giraldo Guzmán - Universidad Surcolombiana*

*Daniel Suescún Díaz - Universidad Surcolombiana -*

Las ecuaciones de la cinética puntual son un conjunto de ecuaciones diferenciales no lineales que modelan la dinámica de un reactor nuclear, permitiendo entre otras cosas, conocer las variaciones de la potencia nuclear, la densidad de neutrones y precursores de neutrones retardados. Estas ecuaciones son determinísticas pues solo modelan valores medios de dichas cantidades, pero en niveles de baja potencia, como en el encendido o apagado del reactor, las fluctuaciones de la densidad de neutrones y las concentraciones de precursores de neutrones retardados se hacen muy evidentes gracias a la naturaleza aleatoria de los neutrones. Debido a esto se debe escribir un modelo estocástico que tenga en cuenta las propiedades probabilísticas de dichas partículas. Dicho modelo se conoce como las ecuaciones

estocásticas de la cinética puntual y generalizan al modelo determinístico. En este trabajo se presentan las soluciones al modelo estocástico usando el método de Euler-Maruyama simulando diferentes formas de reactividad, pasos de tiempo  $h$  y datos experimentales. De esta forma se obtienen mejores aproximaciones para el cálculo de la densidad de neutrones y precursores de neutrones retardados que los reportados por otros métodos, además de que en media consigue ser consistente con respecto al modelo determinístico de la cinética puntual.

mauricio.nitti@gmail.com

**Palabras claves:** cinética puntual estocástica, potencia nuclear, reactores nucleares, simulación.

FC5410

## UN NUEVO MÉTODO INTEGRAL PARA LA REACTIVIDAD EN UN REACTOR NUCLEAR

*Miguel Ángel Tovar Atehortua - Universidad Surcolombiana*

*Natalia Rodríguez Narváez - Universidad Surcolombiana*

*Daniel Suescún Díaz - Universidad Surcolombiana -*

Los neutrones generados en las reacciones nucleares en cadena dentro de un reactor nuclear pueden clasificarse en tres tipos: neutrones instantáneos, neutrones provenientes de fuentes externas y neutrones retardados. Es posible controlar de manera segura un reactor nuclear conociendo la dinámica de estos neutrones mediante el cálculo de la reactividad, pues permite conocer los niveles de potencia deseados para una óptima operatividad

mediante el movimiento de las borras de control. Dicho cálculo resulta de las ecuaciones de la cinética puntual, pues a partir de ésta se puede obtener la ecuación inversa de la cinética, la cual es una ecuación integro diferencial cuyo término de la integral conserva el histórico de la potencia nuclear y la parte diferencial está relacionada con el periodo del reactor. En este trabajo se presenta la solución de la ecuación inversa de la cinética puntual para el cálculo de la reactividad usando por primera vez en la literatura el método de Boole para múltiples experimentos computacionales empleando diferentes formas de la potencia nuclear, tamaños de tiempo  $h$ , con diferentes constantes experimentales. Los resultados proporcionados por el método reflejaron mejores aproximaciones para el cálculo de la reactividad que los reportados en la literatura.

miguel.tovar323@gmail.com

**Palabras claves:** cinética inversa, reactividad, reactores nucleares, simulación.

FC544P

## MODELAMIENTO DE LOS EFECTOS ELECTROSTÁTICOS EN EL PROCESO DE ADSORCIÓN DE METALES PESADOS EN DISPOSITIVOS DGT

*Maryuri Narvaez - Universidad del Tolima*

*Ramiro Uribe - Universidad del Tolima*

*Luis Fernando Rodríguez - Universidad del Tolima*

La técnica analítica denominada Diffusive Gradient in Thin Films (DGT) consiste en dispositivos sencillos desarrollados para la

medición in situ de la biodisponibilidad de metales pesados en medios acuosos. Los sensores DGT se componen de tres capas: una capa de hidrogel impregnado de un material complejante (o capa de resina), un hidrogel usado como capa de difusión y un filtro de membrana. Cuando un DGT se introduce en una solución de muestreo, las especies allí presentes se difunden a través del filtro de membrana y del hidrogel, para acumularse finalmente en la capa de resina. En el DGT, el disco de resina presenta una alta carga negativa debido a los sitios disponibles para la unión del metal. A valores altos de la fuerza iónica, los efectos electrostáticos de estos sitios cargados serán apantallados por el electrolito de fondo. Sin embargo para valores bajos de la fuerza iónica, habrá una influencia adicional en la acumulación de metal debida a la cargas del disco de resina. Se espera que esta influencia sea leve para el metal libre, puesto que su concentración se supone que es despreciable en la superficie del disco de resina (no hay penetración de metal libre en el disco de resina para la mayoría de los cationes metálicos). Sin embargo, se espera que esta influencia pueda ser relevante para los complejos parcialmente lábiles y cargados ya que la concentración del complejo en el interior del disco de resina estará modulada por los efectos electrostáticos de atracción o repulsión del disco de resina. En este trabajo presentamos una simulación numérica que incluye la difusión, la reacción y los efectos electrostáticos en el proceso de acumulación de metales en un dispositivo DGT.

rauribe@ut.edu.co

**Palabras claves:** dgt, difusión, reacción, fuerza iónica.

## **SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE BUSES DE TRÁNSITO RÁPIDO (BUS RAPID TRANSIT, BRT) USANDO AUTÓMATAS CELULARES**

*Miguel Angel Uribe-Laverde - Grupo de Física y Matemáticas Aplicadas.*

*Facultad de Ingeniería. Universidad de La Sabana*

*William Fernando Oquendo Patiño - Grupo de Física y Matemáticas Aplicadas.*

*Facultad de Ingeniería. Universidad de La Sabana*

El flujo vehicular en un sistema de buses de tránsito rápido (BRT) se estudió utilizando una modificación del algoritmo de Nagel y Schreckenberg [1], usado en el estudio de fenómenos de tráfico vehicular [2,3]. Específicamente, se crearon reglas de evolución a los buses para reproducir su comportamiento de parada en las estaciones y se modeló un corredor de 31.8km de extensión, 45 estaciones y 4 rutas con diferente distancia entre paradas. Las unidades de discretización espacial y temporal son  $dx=3m$  y  $dt=1s$ , respectivamente; y la velocidad máxima es  $v_{max}=7 dx/dt = 75.6$  km/h. Los diagramas de flujo para rutas individuales muestran que las que tienen menos paradas fluyen mejor sólo para densidades menores a alrededor del 10% de la densidad máxima. Por encima de esta densidad crítica, el flujo se satura independientemente de la distancia entre paradas. La implementación de diferentes rutas incrementa el flujo significativamente sólo cuando éstas tienen diferentes posiciones de parada en una misma estación, se infiere entonces que el flujo máximo del sistema está limitado por el número de puntos de parada disponibles por estación. Introduciendo un proceso de optimización se observa que para bajas densidades el flujo se maximiza usando únicamente la ruta

con mayor distancia entre paradas. Sin embargo, para densidades mayores el flujo máximo se obtiene con una distribución de buses en todas las rutas en la que un mayor número de buses se asigna a las rutas con menor distancia entre paradas. Este resultado cobra relevancia al tener en cuenta su aplicabilidad en sistemas como Transmilenio, que pueden operar a altas densidades.

miguel.uribe1@unisabana.edu.co

**Palabras claves:** bus rapid transit, autómatas celulares, simulación y optimización.

FC549P

## INTERFAZ GRÁFICA PARA EL ANÁLISIS DE LAS FUERZAS DE CAPTURA EN UNA PINZA ÓPTICA USANDO LA APROXIMACION DE RAYLEIGH PARA UN HAZ DE CAPTURA “DO-NUT”

*Darby Paez Aamaya - Universidad de pamplona*  
*Nestor Arias Hernandez - Universidad de pamplona*  
*Martha Molina prado - Universidad de pamplona*

Una pinza óptica es un instrumento que permite capturar y manipular objetos micrométricos usando para ello un haz láser altamente enfocado. Desde la primera observación de captura con presión de radiación, se abre un nuevo campo de investigación en múltiples áreas, en donde se destacan la biología y microbiología. En este trabajo se construye una Interfaz Gráfica de Usuario, que facilita el análisis de las fuerzas de luz responsables de la captura de esferas dieléctricas con una pinza óptica que usa un modo de

iluminación Laguerre-Gaussiano tipo o llamado también modo “do-nut”. Además, se implementan los “Métodos aproximados”, en particular: el “Método Dipolar de Rayleigh” , el cual utiliza ecuaciones de la electrodinámica para modelar el comportamiento de las fuerzas de captura, permitiendo por medio de ecuaciones sencillas, obtener una aproximación del comportamiento de las fuerzas de captura.

darbypaez@hotmail.com

**Palabras claves:** pinza óptica, modo do-nut, régimen de rayleigh, fuerza de gradiente, fuerza de scattering.

FC551P

## ESTUDIO MICROSCÓPICO DE LA CONDUCTIVIDAD IÓNICA DEL PBF2 POR MEDIO DE DINÁMICA MOLECULAR

*Jeison Daniel López Ortiz - Universidad del Valle*  
*Jesús Evelio Diosa Astaiza - Universidad del Valle*  
*Hernando Correa Gallego - Universidad del Quindío*

Una parte de la actual problemática energética mundial es debida a la reducida capacidad de almacenamiento de energía con que cuentan los sistemas de generación de energía renovable. Por esta razón, la comunidad científica ha vuelto a centrar su atención en el desarrollo y estudio de baterías o sistemas de almacenamiento de energía, entre las que destacan las baterías de estado sólido constituidas por sólidos iónicos (SI) cristalinos o poliméricos. Dentro de los sólidos iónicos con estructura cristalina más



relevante por sus altos valores de conductividad iónica, se encuentra el fluoruro de plomo en su fase beta ( $\beta$ - $\text{PbF}_2$ ), interesante debido a su transición al estado superiónico a una temperatura cercana a los 700 K. En este sistema, el mecanismo responsable de la conducción iónica es el movimiento de los aniones de flúor, mientras que los átomos de plomo sustentan la estructura cristalina del material. En términos prácticos, este tipo de materiales abre la posibilidad de diseñar baterías en estado sólido de ion flúor, más estables a los cambios de temperatura, que las ya bien conocidas y estudiadas baterías de ion litio. Sin embargo, se hace necesario un conocimiento profundo de la dinámica de los iones móviles. En este trabajo se estudiaron de los procesos microscópicos de conductividad del  $\beta$ - $\text{PbF}_2$  por medio de simulaciones computacionales de dinámica molecular (procesos microscópicos) en un arreglo de 1096 átomos, sometidos a una evolución en temperatura, desde 11 K (bajas temperatura) hasta 1100K (por encima de su transición superiónica) y se compararon los datos calculados en las simulaciones con lo reportado experimentalmente (procesos macroscópicos) en la literatura.

jeison.lopez@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** estado sólido iónico, conductores iónicos, física computacional, dinámica molecular.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## TRAYECTORIA DE PARTÍCULAS CARGADAS EN LA MAGNETOSFERA TERRESTRE: UN ACERCAMIENTO A LOS CINTURONES DE VAN ALLEN

*Karen Rodriguez - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Jorge García-Farieta - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Alejandro Hurtado Marquez - Universidad Distrital Francisco José de Caldas -*

La magnetosfera terrestre, además de proteger la capa de ozono, representa uno de los fenómenos naturales que por excelencia permite estudiar la interacción de partículas cargadas provenientes de la actividad solar, con campos electromagnéticos. En este documento se estudian las trayectorias de un flujo de partículas cargadas en interacción con un campo magnético dipolar constante, que emula la magnetosfera terrestre, bajo diferentes condiciones iniciales. Resultado de dicha interacción es la formación de regiones de radiación bien definidas por el confinamiento de partículas alrededor de las líneas de campo magnético, estas regiones, denominadas cinturones de Van Allen, surgen naturalmente de la descripción clásica de la electrodinámica y del modelado numérico realizado en este trabajo.

jegarciat@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** cinturones de van allen, partículas cargadas, magnetosfera, modelado numérico.

## **SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DEL SEPARADOR DE FRAGMENTOS (FRS) PARA IONES DE SN A ENERGÍAS RELATIVISTAS**

*María Fernanda Robles Cifuentes - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

*Jossitt Williams Vargas Cruz - Universidad Santo Tomas de la Ciudad de Tunja*

En este trabajo se simulara el espectrómetro de masas para iones pesados Fragment Separator (FRS), usando la técnica de Monte Carlo y la interacción radiación materia utilizando Geant4, con el fin de simular la interacción de núcleos de estaño (Sn) y su paso a través del espectrómetro a energías relativistas. Para hacer esto posible, es necesario estudiar el transporte de haces de partículas cargadas a energías relativistas, mediante óptica iónica y el comportamiento de partículas pesadas cargadas en presencia de campos magnéticos uniformes. Finalmente de los datos obtenidos de posición de los fragmentos simulados se obtienen las distribuciones de momento y energía.

mariferroci13@gmail.com

**Palabras claves:** espectrómetro, simulación, frs.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## CÁLCULO DETERMINÍSTICO DE LA REACTIVIDAD EN REACTORES NUCLEARES

*Emilse Cabrera Capera - Universidad Surcolombiana*

*Daniel Cedeño Girón - Universidad Surcolombiana*

*Daniel Suescún Díaz - Universidad Surcolombiana*

En este trabajo se presenta una nueva formulación para resolver numéricamente el problema de la ecuación inversa de la cinética puntual para el cálculo de la reactividad. Esta ecuación es de forma integro-diferencial, su parte integral es conocida como el histórico de la potencia nuclear y la parte diferencial representa el periodo del reactor. También se emplea en el desarrollo de sistemas de medidores de reactividad los cuales garantizan la seguridad en los reactores nucleares. Estas instalaciones funcionan debido a los procesos que se llevan a cabo en sus núcleos que obedecen principalmente al fenómeno físico de la fisión nuclear. El cálculo de la reactividad permite optimizar el funcionamiento de estos reactores nucleares dado a que otorga un control en las pruebas de encendido y a la hora de programar el movimiento de las barras de control a partir de una variación de la potencia nuclear. Con la implementación del método numérico propuesto se evita el término de la integral para mejorar la eficiencia en tiempo real. Los resultados numéricos para el cálculo de la reactividad de este método muestran la precisión para diferentes formas de la potencia nuclear y con diferentes pasos de tiempo en comparación a los trabajos reportados en la literatura.

emilse.cabrera.c@gmail.com

**Palabras claves:** reactores nucleares, ecuación inversa de la cinética puntual, reactividad.

FC584P

## **APLICACIÓN DEL GRAVITATIONAL SEARCH ALGORITHM (GSA) EN IMÁGENES, PARA LA DETECCIÓN DE PUNTOS CALIENTES EN SI MONOCRISTALINO, EMPLEADO EN CELDAS SOLARES.**

*Estefania Alfaro Mejía - Universidad del Valle*  
*Humberto Loaiza Correa - Universidad del Valle*  
*Edinson Franco Mejía - Universidad del Valle*

Las energías renovables constituyen una solución a los problemas ocasionados por el aumento del consumo de combustibles fósiles que provocan efectos negativos en el ambiente, así como el desbalance entre la demanda y la oferta de energía. Las fuentes de energía limpias además de generar impactos ecológicos positivos, también generan mejoras en la economía y desarrollo de las zonas rurales debido a la mayor presencia de recursos naturales como el sol, el viento y el agua. Dentro de los elementos que permiten aprovechar este tipo de energía, se encuentran las celdas fotovoltaicas, dispositivos optoelectrónicos fabricados principalmente con materiales semiconductores como el silicio y el arseniuro de galio, que permiten captar la energía de la radiación solar y convertirla en energía aprovechable por la mayoría de los sistemas eléctricos y electrónicos. Uno de los problemas que presenta este tipo de tecnología es debido a que las fallas de los paneles son invisibles al ojo humano y la inspección manual no es

eficaz. Sin embargo, algunos tipos de fallas generan gradientes de temperatura, que pueden detectarse mediante el análisis de imágenes termográficas a partir de las variaciones espaciales y temporales de temperatura. En este trabajo se desarrolló y aplicó el método de optimización Gravitational Search Algorithm (GSA) que consiste en encontrar mínimos locales a partir del concepto de gravedad universal para obtener gradientes de temperatura de imágenes simuladas con diferentes parámetros por el software ThermoCalc6L, que permite la inserción de defectos sobre un material semiconductor a diferentes profundidades. El GSA fue utilizado para la detección de fallas tipo hot spot o puntos calientes sobre el material que simula un panel de Si monocristalino.

estefania.alfaro@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** gsa, optimización, si, panel, hot spot, thermocalc6l.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## LA IMPORTANCIA DE LA SUSTITUCIÓN POSICIONAL DEL GRUPO NITRO EN LAS PROPIEDADES ÓPTICAS DE ABSORCIÓN EN LOS ISÓMEROS DERIVADOS MONO-SUSTITUIDOS DE LA CUMARINA 1,2 BENZOPIRONA EN FASE GASEOSA

*Oscar León Neira Bueno - Grupo de Espectroscopia Óptica y Láser, Universidad Popular del Cesar*

*Fernando Chinchilla Buelvas*

Se presenta el estudio comparativo de las propiedades ópticas de absorción de seis compuestos derivados isómeros mono-sustituidos de la Cumarina 1,2-Benzopirona en el estado de carga eléctrica neutra, en fase gaseosa para el estado fundamental. Los compuestos derivados 3-Nitrocumarina, 4-Nitrocumarina, 5-Nitrocumarina, 6-Nitrocumarina, 7-Nitrocumarina y 8-Nitrocumarina se obtuvieron a partir de la sustitución de uno de los hidrógenos laterales unidos a los átomos de carbono de la estructura madre (las seis posiciones estratégicas de reactividad), usando como sustituyente al fragmento de carácter electro-aceptor Nitro (-NO<sub>2</sub>). Las propiedades estructurales y de reactividad química intrínseca, fueron simuladas usando el modelo químico computacional B3LYP/6-31 + G (d) en el marco de la Teoría de los Funcionales de la Densidad independiente del tiempo.

oscarneira@unicesar.edu.co

**Palabras claves.**

## CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPORTAMIENTOS DINÁMICOS DE UN OSCILADOR VÁLVULA DE ESPÍN A TEMPERATURA FINITA

*Javier Vélez - Universidad de Sucre, Departamento de Física, A.A 406*

*Omar Suarez - Universidad de Sucre, Departamento de Física, A.A 406,*

*David Laroze - Universidad de Tarapacá, Instituto de Alta Investigación, Casilla 7D*

En este trabajo estudiamos aspectos no lineales de la dinámica de espín determinista de un oscilador de válvula de espín a temperatura finita, modelada por la ecuación de Landau – Lifshitz – Bloch – Slonczewski [1]. La corriente eléctrica tiene dos componentes, un término constante y un término involucrando una modulación armónica dependiente del tiempo. El comportamiento dinámico del sistema es caracterizado con los exponentes de Lyapunov, diagramas de bifurcación y espectro de Fourier [2, 3]. En particular, exploramos los efectos de la magnitud y frecuencia de la corriente, encontrando que el sistema presenta múltiples transiciones entre estados regulares y caóticos cuando variamos los parámetros de control. También estudiamos la dependencia de la temperatura, y evidencia que ésta juega un rol importante en estas transiciones, casi suprimiendo el comportamiento caótico cerca de la temperatura de Curie.

javiervelez88@gmail.com

**Palabras claves:** válvula de espín, exponentes de lyapunov, diagramas de bifurcación y espectro de fourier.



## INFORMACIÓN MUTUA Y TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN ENTRE SERIES FINANCIERAS DE LOGRETORNOS DE PRECIO Y DE VOLUMEN

*Andrés Eduardo Gómez Pinto - Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá  
Carlos José Quimbay Herrera - Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá*

En las dos últimas décadas, se han desarrollado varias herramientas para el uso en análisis de series de tiempo no lineales, tales como estimadores para la información mutua y el concepto de entropía de transferencia. En Econofísica, estas herramientas han sido usadas para estudiar la relación entre series de tiempo financieras. En este trabajo buscamos cuantificar la relación entre las series de tiempo diarias de logretornos de precio y de volumen de transacción haciendo uso de la entropía, la información mutua y la entropía de transferencia. Tomando a la información mutua como una medida de correlación no lineal se encuentra que, entre las series de precio y volumen, existe una correlación neta que, aunque baja en magnitud, varía fuertemente entre las acciones componentes de un índice de manera que las acciones con mayor correlación tienen aproximadamente el doble con respecto a las de menor correlación. También se ve que el rango en el que se presentan estas correlaciones es muy similar entre índices, lo que sugiere un proceso similar en la mecánica subyacente de cada índice. Estos resultados son extendidos al calcular la transferencia de información entre las series mediante la entropía de transferencia.

aegomezp@unal.edu.co

**Palabras claves:** econofísica, teoría de información, sistemas no lineales.

FN141P

## ENTANGLEMENT IN THE WIGNER-WEYL REPRESENTATION

*Miller Mateo Murillo Mejia - Universidad Nacional de Colombia*

Despite being the first, among the fascinating set of quantum correlations that a quantum state of a composite system can display, to be identified, entanglement remains as the most intriguing one due to its central role in quantum information protocols. Even though it has been studied for the last three decades, the identification and quantification of entanglement remains an area of research. Recently, questions regarding the generation of entanglement under a classical dynamics have risen that can be better addressed in a phase space representation of quantum mechanics. In this work we present a review of the entanglement criteria and measures that can be formulated in the Weyl-Wigner representation, and discuss the advantages of the use of this representation for the study of entanglement in some quantum systems.

mimmurillome@unal.edu.co

**Palabras claves:** phase space, wigner function, entanglement, linear entropy, schmidt decomposition.

## **APROXIMACIÓN TEÓRICA DE LA CURVA DE HISTÉRESIS EN ELEMENTOS MEMRISTIVOS, MEMCAPACITIVOS Y MEMINDUCTIVOS.**

*Freddy Alexander Torres Payoma - Universidad Nacional de Colombia  
Elvis Orlando Rodríguez Contreras - Universidad Militar Nueva Granada  
Diego Julián Rodríguez Patarroyo - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

En la teoría de circuitos eléctricos se plantean en general tres tipos de elementos: el resistor, el inductor y el capacitor. Para el año de 1971 León Chua propone un estudio de un nuevo elemento teórico no lineal el cual lo llamo "memristor", el cual posee un ciclo de histéresis generado por la variación de flujo eléctrico con respecto a la carga. Por otra parte, los sistemas memristivos son aquellos que estudian el comportamiento de múltiples relaciones no lineales de la posible existencia de elementos teóricos de n-orden que nacen de la generalización del memristor. El presente trabajo tiene como fin, estudiar el comportamiento de la histéresis producida por memristores, memcapacitores y meminductores a partir de diversas aproximaciones matemáticas, mostrando en los resultados obtenidos en las distintas graficas de la curva de histéresis un comportamiento lineal al variar la frecuencia angular cerca al cero y en frecuencias mayores se presentan fluctuaciones de la corriente con respecto al voltaje, dichos comportamientos son comparados con trabajos anteriores similares, concluyendo la importancia y posibilidad a partir de circuitos equivalentes de modelar estos tipos de elementos teóricos en la industria tecnológica.

**Palabras claves:** memristor, no lineal, caótico, memristor, memcapacitor, meminductor, sistemas memristivos.

FN3340

## EXISTENCIA Y ESTABILIDAD DE UNA SOLUCIÓN ÚNICA PARA LA ECUACIÓN NO LINEAL DE SCHRÖDINGER.

*Martin Carmona Diaz - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales  
Esteban Amézquita Álvarez - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

La ecuación no lineal de Schrödinger proporciona una descripción canónica de la dinámica de una onda plana cuasi-monocromática, cuya amplitud es pequeña pero finita, que esta débilmente modulada respecto al espacio y al tiempo, y que se está propagando en un sistema conservativo. En este trabajo, se partió de realizar primero un estudio general de la teoría de solitones y física matemática no lineal, procediendo a elaborar un desarrollo matemático para justificar la existencia de una solución única  $U(x,t)$  para la ecuación bajo una condición inicial impuesta en un tiempo cero considerando que dicha solución pertenece a un espacio funcional y es muy regular. Por otra parte, se planteó bajo la condición  $U(x,0) = U_0(x)$  una ecuación lineal homogénea para la cual se busca un conjunto de soluciones utilizando el operador de la transformada de Fourier y el teorema de Plancherel, teniendo en cuenta que si  $U_1, U_2$  son soluciones para un mismo  $U_0$  entonces  $U_1 - U_2$  es solución como  $U_0 = 0$ . La solución a la ecuación se dividió en una parte de dependencia temporal  $T(t)$  y otra espacial

$U_0=U(x,0)$ , estudiando los efectos suavizantes de  $T(t)$  bajo desigualdades de tipo Strichartz y procediendo con un desarrollo matemático más profundo para la parte espacial. Se estudió cuando la solución  $U(x,t)$  es global en un espacio  $H$  mediante desigualdades de Gagliardo-Nirenberg, analizando el espacio en el que esta se desarrolla y el caso específico en el que este corresponde al espacio de Hilbert, demostrando por último que la solución es estable y se conserva en dicho espacio.

mcarmonad@unal.edu.co

**Palabras claves:** ecuación no lineal de schrödinger, física matemática, solitones, ondas no lineales.

FN3590

## **SOLUCIÓN Y ESTABILIDAD DE ONDAS SOLITARIAS DE LA ECUACIÓN NO LINEAL DE DIRAC.**

*Angie Estefany Mendoza Lopez - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

*Martin Carmona Diaz - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

En el presente trabajo, se estudió la estabilidad dinámica de las ondas solitarias en el espectro discreto de la ecuación de Dirac linealizada, en ausencia de valores propios con una parte real no nula, utilizando el límite no relativista cuando  $\omega \geq m$ . Así mismo en el trabajo se realizó un análisis de las soluciones de las ondas solitarias, para esto se estudiaron las interacciones escalar-escalar y vector-vector de la ecuación, juntamente se realizó un análisis a la ecuación por dos modelos; el primer modelo es el modelo soler,

el cuál involucra interacciones en cuatro dimensiones, tres dimensiones espaciales y una dimensión temporal, para este modelo se usó el operador de Dirac, y las matrices de Dirac  $\alpha$  y  $\beta$ ; y el segundo modelo es el análogo del modelo soler y es llamado el modelo Gross-Neveu, este modelo involucra interacciones en dos dimensiones, una dimensión espacial y una temporal. Al conocer la estabilidad espectral de las ondas solitarias se procede a probar los casos donde puede o no estar presente esta estabilidad asintótica. Esta estabilidad espectral permite realizar dos aplicaciones, desarrolladas y estudiadas en el trabajo, una de ellas es en el sistema Dirac-Maxwell y otra es el análisis de la estabilidad de las ondas solitarias espaciales en ecuaciones de modo combinado no lineal.

aemendozal@unal.edu.co

**Palabras claves:** ecuacion no lineal de dirac, ondas solitarias, operador de dirac.

FN504O

## ÓRBITAS INESTABLES ANTE CONDICIONES INICIALES Y CICLOS LÍMITES SOBRE CONVERTIDORES DC-DC

*Andrés Ignacio Santos León - Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Freddy Alexander Torres Payoma - Universidad Nacional de Colombia*

En el campo de la física electrónica, se han estudiado distintos modelos no lineales de convertidores DC-DC, en modo discontinuo. Al establecer un claro panorama del estado de

desarrollo de los modelos no lineales de convertidores DC-DC, para modo discontinuo, se concluye que el avance en este campo de investigación merece una aproximación más rigurosa, al estudiar ciertas variables, como la corriente en el inductor y la tensión sobre el semiconductor de conmutación, como variables no lineales de un sistema físico en el que las señales de alta frecuencia ocasionan comportamientos muy particulares en los distintos elementos que forman el convertidor. El presente trabajo tiene como fin estudiar las órbitas inestables ante condiciones iniciales y los ciclos límites operativos sobre convertidores DC-DC, los cuales muestran resultados de tipo caótico al modificar sus condiciones iniciales.

fratorrespa@unal.edu.co

**Palabras claves:** convertidor dc-dc, órbitas, ciclos limites, inestabilidad, no linealidad.

FN5320

## DINÁMICA ORBITAL PARA UN POTENCIAL AXIALSIMETRICO GENERALIZADO DE HÉNON- HEILES

*Fredy Dubeibe - Universidad de los Llanos*

*Angelica Riaño - Universidad de los Llanos*

El potencial de Hénon-Heiles fue propuesto como una versión simplificada del potencial gravitacional que experimenta una estrella en presencia de una galaxia, este sistema se configura como un paradigma de los sistemas dinámicos simples que exhiben una

dinámica extremadamente complicada. En este trabajo se presenta una generalización del potencial de Hénon-Heiles, donde se incluyen contribuciones hasta el quinto orden en la expansión. El nuevo sistema es analizado cualitativamente en los regímenes de orbitas acotadas y no acotadas usando las secciones de Poincaré y las cuencas de salida (Exit Basins), mientras que el análisis cuantitativo de la misma, se realiza a través de los exponentes de Lyapunov y la entropía de las cuencas (Basin Entropy), respectivamente. Se encuentra que en todos los casos, la caoticidad y la entropía del sistema decrecen a medida que la energía de la partícula de prueba se aleja de la energía de escape. El nuevo potencial permitiría derivar analíticamente las curvas invariantes del sistema para valores de energía mas grandes usando una tercera integral de movimiento.

fdubeibe@gmail.com

**Palabras claves:** sistemas hamiltonianos, simulación numérica, cuencas de escape, secciones de poincaré.

FN6190

## ANÁLISIS NUMÉRICO DE UNA PARTÍCULA EN UN VÓRTICE DE RANKINE

*Alberto Pardo - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Harold Laserna - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Sergio Silva - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Alejandro Hurtado - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

La formación de vórtices son el resultado de flujos rotatorios alrededor de un eje fijo, ¿cómo es su comportamiento con una



partícula inmersa en él? y ¿cómo se pueden observar y analizar más detalladamente? Son interrogantes que se desarrollarán en éste trabajo. Para ello se dispone del análisis de simulación mediante el lenguaje de programación “Python” y experimentalmente por medio del software Tracker haciendo seguimiento de una partícula y de su radio en función del tiempo. Mediante el análisis numérico Runge-Kutta se hallará la gráfica radio en función del tiempo de la partícula que rota en un vórtice de Rankine (fluido ideal sin viscosidad) y se hará correlación entre los datos experimentales de un fluido con un bajo coeficiente de viscosidad (tolueno).

hylasernad@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** vórtice, partícula, análisis, python, radio, rankine.

FN622P

## **BOMBRACAS: TRANSPORTE NO LINEAL EN HÍBRIDOS HAMILTONIANOS ENTRE MATRACAS Y BOMBAS**

*Thomas Dittrich - Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*

*Nicolás Medina Sánchez - Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*

Bautizamos “bombracas” a una clase de sistemas híbridos entre matRACAS y BOMBAs, combinando un potencial estático, periódico en el espacio y típicamente asimétrico bajo reflexión, con un forzamiento local que rompe la simetría de inversión temporal. Se concibieron como modelos de superficies metálicas o

de semiconductores, irradiadas por un láser colimado. Su propiedad física decisiva es la dispersión irregular forzada entre regiones asintóticas sosteniendo movimiento periódico (y no balístico). Si todas las simetrías espacio-temporales binarias se encuentran rotas, la dispersión en bombracas genera corrientes dirigidas. Estudiamos los mecanismos de transporte no lineales subyacentes, desde los eventos individuales de dispersión caótica hasta la dependencia de la corriente de los parámetros pertinentes, en tres categorías de modelos hamiltonianos: (i) con potenciales periódicos en el espacio donde sólo el forzamiento local rompe las simetrías espaciales y temporales, y (ii) potenciales estáticos asimétricos (tipo matraca) con forzamiento rompiendo la simetría de inversión temporal. Como modelos más realistas de superficies irradiadas por un haz de láser, consideramos (iii) forzamientos en la forma de ondas propagandas, restringidas a una región compacta por una envolvente estática. En este caso, demostramos que la corriente inducida puede hasta tener la dirección opuesta a la de las ondas del láser, como evidencia drástica del carácter no lineal del transporte. Proponemos la cuantización de bombracas como continuación inmediata de esta investigación.

tdittrich@unal.edu.co

**Palabras claves:** transporte no lineal, bomba, matraca, dispersión caótica, simetría de reflexión, simetría de inversión temporal, láser, superficie, polímero.

## ANÁLISIS DE ISOSPÍN PARA DECAIMIENTOS DEL B<sup>+</sup> Y B<sup>0</sup> A TRES PIONES MEDIANTE ESTADOS RESONANTES

*Hernán Vallejo Torres - Universidad del Quindío*  
*Cristian H. García Duque - Universidad del Quindío*

En este trabajo se hace un análisis mediante simetría de isospín para el decaimiento  $B^{+(0)} \rightarrow R\pi \rightarrow (\pi\pi)_{R\pi}$ , donde  $\pi$  es el triplete de isospín ( $\pi^+$ ,  $\pi^0$ ,  $\pi^-$ ) y R corresponde a un mesón resonante que puede tener isospín entero ( $\rho$ ) o semientero ( $K^*$ ). Este análisis utiliza el método de suma de vectores en el espacio de isospín para las transiciones  $\Delta I=1$  y  $\Delta I=1/2$ . Para cada una de las transiciones se obtiene una relación triangular que permite relacionar los canales cargados con los neutros. Adicionalmente, debido a el estado resonante R se distinguen los decaimientos dados por diagramas árbol de los obtenidos por diagramas pingüino, de esta forma, se obtienen relaciones adicionales bajo simetría de isospín para las amplitudes de decaimiento.

chgarcia@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** decaimientos hadrónicos, isospín, mesón b.

## THE HIGGS BOSON MASSES OF THE MSSM AT THREE-LOOP ACCURACY

*Edilson Alfonso Reyes Rojas - Universidad Nacional de Colombia*  
*Angelo Raffaele Fazio - Universidad Nacional de Colombia*  
*Sophia Carola Borowka - CERN*

In this work we are going to explore the consequences of a 126 GeV Higgs boson on the Minimal Supersymmetric Standard Model and its impact on the vacuum stability analysis. To explore this scenario, the light CP-even Higgs boson will be calculated at three-loop accuracy in the SUSYQCD sector. The renormalization scheme to be adopted will be based on a variant of dimensional regularization where the so called dimensional reduction is performed in order to preserve supersymmetry to all perturbative orders. The calculation will extend the region of validity of previous studies to the whole parameters space. The emerging loop integrals will be computed by exploiting new proposed approaches for the numerical calculation of multi-scale multi-loop Feynman integrals based on the method of sector-decomposition. The results of this computation could be incorporated in the famous well-known publicly available FeynHiggs code.

eareyesro@unal.edu.co

**Palabras claves:** higgs boson, susy, mssm, self energy, tadpoles, radiative corrections.

## LÍMITES SOFT PARA AMPLITUDES DE QCD EN LA FORMULACIÓN CHY

*Juan Pablo Vesga - Universidad Nacional de Colombia*

*Angelo Raffaele Fazio - Universidad Nacional de Colombia*

La formulación CHY (Cachazo, He, Yuan) presenta una descripción alternativa de la expansión perturbativa de los elementos de matriz  $S$  que, sin hacer referencia a las reglas de Feynman (y por lo tanto, a un lagrangiano), permite calcular las amplitudes a nivel árbol en términos de integrales de contorno multivariadas, cuyo integrando tiene como singularidades únicamente polos, los cuales son determinados encontrando los ceros comunes de un conjunto de funciones racionales de las variables de integración; al sistema obtenido se le conoce como las ecuaciones de scattering. Sus soluciones se pueden interpretar como punturas sobre la esfera de Riemann, y son función únicamente de los invariantes cinemáticos del proceso de dispersión considerado. Esta representación de las amplitudes tiene la ventaja de que todas las cantidades que aparecen en los integrandos conocidos son físicas, es decir, no hay grados de libertad off-shell, como en los propagadores de Feynman, así como redundancias de gauge, lo cual permite obtener expresiones compactas para amplitudes de multiplicidad arbitraria. En este trabajo, presentaremos los integrandos conocidos que permiten calcular las amplitudes a nivel árbol y cualquier multiplicidad para teoría de Yang-Mills pura y gravedad de Einstein acoplada a un dilatón y una dos-forma antisimétrica, y discutiremos algunos

límites cinemáticos de las conjeturas actuales para el integrando válido en QCD (Cromodinámica cuántica). En particular, mostraremos que, dadas ciertas relaciones entre diferentes amplitudes de QCD, es posible probar la existencia de un integrando en la representación CHY y que este manifiesta propiedades de factorización análogas a las de las amplitudes cuando un gluón es irradiado en el infrarrojo.

jpvesgas@unal.edu.co

**Palabras claves:** amplitudes de scattering, métodos on-shell, formulación chy, cromodinámica cuántica perturbativa.

FP73P

## CÁLCULO DE CASCADA INTRANUCLEAR COMO PRIMERA ETAPA EN EL PROCESO DE FISIÓN NUCLEAR INDUCIDA POR FOTONES REALES EN UN RANGO DE ENERGÍA ENTRE 80 Y 600 MEV.

*Carolina Carrillo Rodriguez - Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas  
Edwin Munévar Espitia - Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*

En este trabajo se implementa un código de Montecarlo para determinar la distribución de núcleos compuestos resultantes de la interacción entre fotones reales con energías de hasta 400 MeV y núcleos pesados como  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{233}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  y  $^{237}\text{Np}$ . El código implementa la interacción entre fotones y núcleos pesados con base en el modelo de gas de Fermi y el modelo de cascada intranuclear donde se tienen en cuenta únicamente dos procesos de fotoabsorción: cuasi-deuterón ( $\gamma + np = n + p$ ) y producción de un

pión ( $\gamma + N = \text{PI} + N$ ). Los productos del estado final de estos procesos pueden interactuar a su vez dentro del medio nuclear dando lugar a una cascada de partículas, las cuales dependiendo de cuántas y con qué energía escapan del núcleo, determinan las características finales del núcleo residual. Como resultado final se obtiene entonces una distribución (en energía de excitación, número de nucleones y número de protones) de núcleos compuestos residuales cuyos mecanismos posibles de desexcitación incluyen, entre otros, la fisión nuclear.

ccarrillor54@gmail.com

**Palabras claves:** foto-fisión, cascada intranuclear, cascada evaporativa.

FP780

## SEARCHING FOR NEW HEAVY NEUTRAL GAUGE BOSONS USING VECTOR BOSON FUSION PROCESSES AT THE LARGE HADRON COLLIDER

*Andrés Florez - Universidad de los Andes  
Alfredo Gurrola - Vanderbilt University  
Thomas Weiler - Vanderbilt University*

New massive resonances are predicted in many extensions to the Standard Model (SM) of particle physics and constitutes one of the most promising searches for new physics at the Large Hadron Collider (LHC). We present a feasibility study to search for new heavy neutral gauge bosons using vector boson fusion (VBF) processes, which become especially important as the LHC probes

higher collision energies. In particular, we consider the possibility that the discovery of a  $Z'$  boson may have eluded searches at the LHC. The coupling of the  $Z'$  boson to the SM quarks can be small, and thus the  $Z'$  would not be discoverable by the searches conducted thus far. In the context of a simplified phenomenological approach, we consider the  $Z' \rightarrow \tau\tau$  and  $Z' \rightarrow \mu\mu$  decay modes to show that the requirement of a dilepton pair combined with two high  $p_T$  forward jets with large separation in pseudorapidity and with large dijet mass is effective in reducing SM backgrounds. The expected exclusion bounds (at 95% confidence level) are  $m(Z') < 1.8$  TeV and  $m(Z') < 2.5$  TeV in the  $\tau\tau jj$  and  $\mu\mu jj$  channels, respectively, assuming  $1000 \text{ fb}^{-1}$  of 13 TeV data from the LHC. The use of the VBF topology to search for massive neutral gauge bosons provides a discovery reach with expected significances greater than  $5\sigma$  ( $3\sigma$ ) for  $Z'$  masses up to 1.4 (1.6) TeV and 2.0 (2.2) TeV in the  $\tau\tau jj$  and  $\mu\mu jj$  channels.

ca.florez@uinades.edu.co

**Palabras claves:** bosons,  $z'$ , vbf.

FP103P

## IDENTIFICANDO HADRONES CARGADOS EN EL LHCb

*Yulieth Natalia Fajardo Chaves - Universidad Nacional de Colombia  
Diego Alejandro Milanés Carreño - Universidad Nacional de Colombia*

En este trabajo se describe el proceso mediante el cual hadrones cargados son identificados en el experimento LHCb (Large Hadron Collider beauty experiment). El experimento LHCb es uno de los



cuatro experimentos del CERN cuyo objetivo principal es la medición de violación de las simetrías de carga y paridad y la búsqueda de nueva física, a partir de la recreación de las condiciones de nuestro Universo una fracción de segundo después del Big Bang. La identificación de partículas en LHCb es un proceso que se compone de tres partes: la detección, la reconstrucción de eventos y el análisis computacional de los mismos. El objetivo este trabajo consiste en describir cada una de estas partes, haciendo énfasis en el análisis computacional, considerando el proceso  $B \rightarrow D^0 K^+$  con  $D^0 \rightarrow \pi^+ K^-$ . Este análisis se realiza implementando la herramienta PIDCalib con la cual es posible distinguir estados finales de partículas cargadas entre sí. Como resultado se muestra cómo se obtiene la eficiencia de identificación de kaones del proceso estudiado.

ynfajardoc@unal.edu.co

**Palabras claves:** identificación de partículas, eficiencia, pidcalib, experimento lhcb.

FP1200

## TRAZAS FANTASMA EN EL EXPERIMENTO LHCb

*Jeysson Alexander Riano Pascagaza - Universidad Nacional de Colombia*

*Diego Alejandro Milanés Carreño - Universidad Nacional de Colombia*

Para validar los datos recolectados por el experimento LHCb, se emplean simulaciones de Monte Carlo (MC) las cuales son útiles para calcular la eficiencia del detector entre otras cantidades. Sin embargo, dentro de las diferencias presentadas entre los datos

simulados y reconstruidos se encuentra una categoría conocida como fantasma, la cual presenta una distribución con un pico justo en la masa de la partícula, esto nos podría sugerir que esos fantasmas podrían en realidad ser eventos perdidos de señal. En este trabajo se determina sí en realidad existen eventos de señal dentro de la muestra de fantasmas para el canal  $\Phi \rightarrow K^+ K^-$ .

jarianop@unal.edu.co

**Palabras claves:** monte carlo, fantasma, señal.

FP128P

## VIOLACIÓN CP - TEORÍA Y EXPERIMENTOS

*Luis Gabriel Ochoa Zamora - Universidad Nacional de Colombia  
Diego Alejandro Milanes Carreño - Universidad Nacional de Colombia*

La violación CP se refiere al no cumplimiento de la transformación simultánea de paridad y carga, como la transformación de partícula a antipartícula. Se conoce que los procesos que violan estas simetrías de la naturaleza son mediados por la interacción débil, una de las cuatro fuerzas fundamentales que se conocen. Se busca explicar cuáles son los mecanismos de violación CP, especialmente en sistemas de mesones neutros tales como kaones, Bs y Ds. Mostrando al final las curvas de los anchos de decaimiento de estos mesones en distintos estados finales, como por ejemplo los decaimientos del sistema kaon-antikaon en  $\pi^0\pi^0$  y  $\pi^+\pi^-$ .

lgochoaz@unal.edu.co

**Palabras claves:** mesones neutros, interacción débil, paridad, carga.

FP1800

## UNRAVELING ELECTROMAGNETIC EFFECTS FOR INERT EXTENSIONS OF THE STANDARD MODEL

*Andres Castillo - Universidad Nacional de Colombia*

*Carlos G. Tarazona - Universidad Nacional de Colombia, Universidad Manuela Beltrán*

*John Morales - Universidad Nacional de Colombia*

In the light of new results of the Large Hadron Collider (LHC) and neutrino experiments, we study the phenomenological compatibility of electromagnetic interaction of fermionic and scalar fields in the inert version of two Higgs doublet models. One framework is the diphotonic decay of standard model like-Higgs. This channel allows discriminate signals of charged Higgs bosons and gives a new program to search new scalars in the LHC-Run II. Another target is the magnetic dipole moment of neutrinos, which yields novel information about feasible parameter spaces compatible with a radiative see-saw mechanism exhibiting natural neutrino masses. Our results show as these electromagnetic features of the inert model become archetypical studies that must be incorporated to build even more robust theories beyond the standard model.

afcastillor@unal.edu.co

**Palabras claves:** electromagnetic form factors, magnetic dipole moment, extended higgs sectors, neutrino masses.

FP222P

## CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO GAUGE A PARTIR DE LA CANCELACIÓN DE ANOMALÍAS QUIRALES

*Carlos Díaz - Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá*  
*Sebastián Mantilla - Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá*  
*Roberto Martínez - Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá*

Se presenta un modelo Gauge libre de anomalías quirales como una extensión no universal del modelo estándar con tres dobletes de Higgs y dos singletes de Higgs, y adicionando una simetría local  $U(1)_X$ . Para garantizar la cancelación de anomalías, se introdujeron fermiones exóticos, permitiendo también la no universalidad en las cargas  $U(1)_X$ . Introduciendo una simetría adicional  $Z_2$ , se logró obtener una jerarquía de masas en fermiones sin necesidad de un ajuste fino. El sector de neutrinos incluye fermiones de Majorana para implementar el mecanismo de See-Saw inverso, con el fin de obtener masas de Majorana a escalas accesibles de energía.

cediazj@unal.edu.co

**Palabras claves:** física de neutrinos, mecanismo see-saw inverso, anomalía quiral, jerarquía de masas, sectores escalares extendidos.

## EFFECTOS CINEMÁTICOS EN UN GAS DE PIONES INTERACTUANTES EN EL LÍMITE DE GRAN N.

*Maicol Cárdenas - Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*

*Andrés Castillo - Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*

*Santiago Cortes - Departamento de Física, Universidad de los Andes*

*John Morales - Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*

Usando los resultados del modelo sigma-no lineal en el límite de gran N, así como una expansión del virial relativista con los corrimientos de fase obtenidos por el modelo; calculamos la velocidad del sonido en un gas piones. Nuestros resultados son comparados con los correspondientes del gas ideal relativista, lo que permite caracterizar la influencia macroscópica de la interacción entre piones. Finalmente, se analizan estos efectos cinemáticos en un gas de piones interactuantes en los regímenes experimentales presentes en colisiones de iones pesados en altas energías.

mcardenash@unal.edu.co

**Palabras claves:** gas piones, gran n, virial, colisiones iones pesados.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## POTENCIALES TERMODINÁMICOS PARA UN GAS DE PIONES EN EL LÍMITE DE GRAN N

*Maicol Cárdenas - Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*

*Andrés Castillo - Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*

*Santiago Cortes - Departamento de Física, Universidad de los Andes*

*John Morales - Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*

Considerando el modelo sigma no lineal en la aproximación del límite de gran N, como una teoría efectiva de un sistema de piones no masivos; obtenemos la función de partición y los potenciales termodinámicos respectivos. Con cantidades como la energía libre y la presión del gas de piones, analizamos la evolución con la temperatura del condensado de quarks, indicando si existe restauración de la simetría quiral.

mcardenash@unal.edu.co

**Palabras claves:** gas piones, gran n, virial, colisiones iones pesados. condensado de quarks.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESPECTROSCOPIA DE BARIONES ENCANTADOS ESTADOS FINALES DP Y D+P EN EL EXPERIMENTO LHCb

*Ignacio Alberto Monroy Cañón - Universidad Nacional de Colombia  
Diego Alejandro Milanés Carreño - Universidad Nacional de Colombia*

El estudio de los sistemas bariónicos encantados es un campo abierto de investigación en la física de altas energías. Se presenta un análisis preliminar de los posibles estados encantados a partir de eventos inclusivos con decaimientos  $D0p$  y  $D+p$  del experimento LHCb por encima de los 2800 MeV/c<sup>2</sup>. Método de selección de los eventos de señal es aplicado por medio de cortes de diferentes variables de los componentes del detector.

iamonroyc@unal.edu.co

**Palabras claves:** bariones encantados.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIOS DE PRODUCCIÓN DE SQUARKS TOP USANDO JETS DE RADIACIÓN DE ESTADO INICIAL

*Carlos Avila - Universidad de los Andes*

*Ronald Rodriguez - Universidad de los Andes*

*Jorge Fraga - Universidad de los Andes*

*Jesus Solano - Universidad de los Andes*

Los experimentos del LHC aún no han encontrado evidencia de supersimetría. Con el aumento de la luminosidad y la energía de colisión, los límites de exclusión de partículas supersimétricas se han venido incrementando en los experimentos. Dado que es difícil distinguir una posible señal SUSY de los backgrounds del modelo estándar, existen regiones en el espacio de parámetros de masa de las partículas SUSY con baja sensibilidad experimental, que corresponden a las regiones de espectros comprimidos. En estas regiones, para un decaimiento a dos cuerpos, la diferencia de masa entre las partículas SUSY madre (stop) e hija (neutralino) son muy cercanas a la otra partícula hija (top). En el caso donde la partícula supersimétrica más liviana es un neutralino, la energía faltante en el detector sería muy baja y difícil de observar. En este caso, el uso de un jet de radiación de estado inicial con alto momento puede contribuir a producir un empuje al valor total de energía faltante, ya que provendría de la producción de dos neutralinos en una misma región del detector. En este trabajo presentamos un estudio fenomenológico de la producción de pares de squark tipo top con un jet de radiación de estado inicial en colisiones protón-protón con energía de 13 TeV en el centro de masa, y con luminosidades integradas de 100 y 300 fb<sup>-1</sup>. Estudiamos y desarrollamos



diferentes métodos de identificación del jet de radiación de estado inicial, como el método del jet de más alto momento y el uso de redes neuronales. Demostramos que la red neuronal es competitiva respecto al método del jet de más alto momento, para masas bajas del stop en el espectro comprimido (masa del stop menor a 300 GeV y masa del neutralino menor a 100 GeV), con significancias mayores a 6 sigma. Adicionalmente, realizamos un estudio de optimización de diferentes variables físicas para maximizar la significancia estadística de la señal sobre los backgrounds y así obtener nuevos límites de exclusión para cuatro masas determinadas del stop.

jf.fraga@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** supersimetría, espectros comprimidos, jet de radiación de estado inicial.

FP332P

## ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA DE CAMPOS FUERTES EN ÁTOMOS Y EN COLISIONES DE IONES PESADOS

*Esteban Amézquita Álvarez - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

*Martin Carmona Diaz - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

La electrodinámica cuántica es hasta ahora una de las teorías más exactas y útiles en la física teórica, sirve para describir interacciones de partículas cargadas en presencia de campos electromagnéticos. En el presente trabajo se realizó una descripción cualitativa general del comportamiento de electrones o

positrones bajo la influencia de interacciones fuertes, describiendo primero el espectro de los estados electrónicos enlazados en un potencial de Coulomb externo de una carga puntual bajo la estructura de Sommerfeld y resolviendo analíticamente la ecuación de Dirac correspondiente al caso, estudiando las soluciones de esta para un número atómico grande. El átomo resulta una fuente ideal de campos eléctricos fuertes, produciendo un potencial eléctrico de simetría esférica, se estudió el comportamiento de los estados de la ecuación de Dirac para el caso de un potencial central, reduciendo esta a un sistema de dos ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden que se resolvieron asumiendo el caso de un potencial Coulombiano puro y otro Coulombiano parcial. Por otra parte, una manera experimental de crear campos fuertes es mediante la colisión de Iones pesados, en la cual un haz de iones pesados es acelerado con una energía del orden de MeV por núcleo chocando con un elemento también de alto número de carga. Para comprender el fenómeno teóricamente, se estimaron colisiones adiabáticas y se resolvió la ecuación de Dirac estacionaria de dos centros considerando un potencial de Coulomb combinado de simetría cilíndrica, producido debido a la interacción de los dos núcleos que sobrepasan la repulsión de Coulomb gracias a la alta energía cinética.

eamezquitaa@unal.edu.co

**Palabras claves:** electrodinamica cuantica, campos fuertes, iones pesados, ecuacion de dirac, potencial de coulomb.

## FASES Y ÁNGULOS DE MEZCLA EN MATRICES UNITARIAS

*Rodolfo Hernán Vargas Páez - Grupo de Física Teórica de Altas Energías,  
Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá*

*Roberto Martínez Martínez - Grupo de Física Teórica de Altas Energías,  
Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá*

Los estados de sabor de las partículas son generados por una mezcla de los estados de masa de las partículas. Para que los estados conserven la probabilidad es necesario que la transformación entre estos sea de forma unitaria. La matriz que genera la transformación se denomina matriz de mezcla. Al ser las matrices de mezcla unitarias, estas pueden ser parametrizadas de una forma específica dependiendo de la cantidad de partículas involucradas en la mezcla. En el Modelo Estándar el origen de la masa es explicado por la interacción de Yukawa entre las partículas y el bosón de Higgs. Esta interacción tiene diferentes constantes de acoplamiento para cada una de las partículas, y al realizar la transformación de los estados de sabor a los estados de masa se explica el origen de la masa de las partículas. Por realizar las transformaciones anteriores, se genera una matriz de mezcla para los quarks en la corriente electrodébil, esta matriz se llama matriz de Cabibbo–Kobayashi–Maskawa (CKM), la anterior matriz explica varios procesos de decaimiento adecuadamente. Sin embargo desde el Modelo Estándar no se puede predecir la masa de los neutrinos. Esto es porque bajo este formalismo las masas de las partículas están directamente correlacionadas con la mezcla de las dos quiralidades de la partícula. Al no existir evidencia

experimental de la existencia de neutrino derecho, la masa del neutrino es cero bajo este formalismo. Pero en el fenómeno de la oscilación de neutrinos solo puede ser explicada con la existencia de una matriz de mezcla para el sector leptónico, mostrando así que la masa del neutrino es diferente de cero.

rhvargasp@unal.edu.co

**Palabras claves:** matriz de mezcla, oscilación de neutrinos.

FP3440

## RECONSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL DE LA REACCIÓN CUASI-LIBRE $\gamma n \rightarrow K^+ \Sigma^-$

*Edwin Munévar Espitia - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Julián Andrés Salamanca Bernal - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Jorge García Farieta - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Los canales de fotoproducción de extrañeza representan un papel clave en la búsqueda de las llamadas resonancias bariónicas faltantes. A fin de extraer parámetros de las resonancias a partir de datos experimentales, los modelos fenomenológicos requieren datos de alta calidad para una gran variedad de observables experimentales asociadas con diferentes canales y con diferentes blancos. Aunque existen suficientes datos de fotoproducción de extrañeza a partir de protones, hay una alta escasez de datos para el caso de neutrones. Con el propósito de cubrir parte de esa brecha, entre 2006 y 2007 se llevó a cabo un experimento en el Thomas Jefferson National Accelerator Facility (CLAS g13 Run Period)

para producir datos de alta calidad con un amplio cubrimiento cinemático y varias observables experimentales disponibles por cada canal de reacción. El experimento usó un blanco de deuterio líquido con un haz incidente de fotones polarizados tanto lineal como circularmente en un rango de energías desde el umbral de producción hasta 2.5 GeV. Un porcentaje de los datos anteriores ha sido analizado para medir fotoproducción de extrañeza sobre el neutrón, en particular, la reacción cuasi-libre  $\gamma n \rightarrow K^+ \Sigma^-$ . En este trabajo se presenta el análisis exclusivo de esta reacción para un rango de energía del haz de fotones entre 1.5 y 2.3 GeV.

emunevare@udistrital.edu.co

**Palabras claves:** fotoproducción, extrañeza, resonancias faltantes.

FP3460

## JERARQUÍA DE MASAS DE FERMIONES A PARTIR DE UNA EXTENSIÓN NO UNIVERSAL ABELIANA DEL MODELO ESTÁNDAR

*Sebastián Felipe Mantilla Serrano - Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá*

*Roberto Enrique Martínez Martínez - Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá*

El Modelo Estándar de Partículas Elementales constituye hoy en día una de las teorías más exitosas en la historia de la física. Sin embargo, algunos fenómenos como la jerarquía de masas de

fermiones o los ángulos de mezcla entre familias no están del todo comprendidos. Con el fin de entender estas observaciones se presenta un modelo no universal de familias  $U(1)_X$  con los sectores escalar y fermiónico extendidos. El sector escalar contiene tres dobletes y dos singletes de Higgs con el fin de dotar masa a todos los fermiones así como al nuevo bosón de interacción  $Z'$ . Las ecuaciones de anomalías quirales brindan un conjunto de cargas  $U(1)_X$  que restringe los acoplos de Yukawa de los fermiones tal que se obtengan matrices de masa adecuadas para abordar la jerarquía de los fermiones. En lo que respecta a los neutrinos se incluyen los correspondientes neutrinos derechos junto con tres fermiones de Majorana, los cuales permiten la implementación de mecanismos balancín tal que se obtengan neutrinos activos ligeros. Las matrices de masa para los quarks y los leptones cargados poseen una textura muy específica que permite obtener, de manera natural y sin necesidad de realizar ajustes finos, la jerarquía de masas observada en la naturaleza así como los órdenes de magnitud de los ángulos de mezcla. En este orden de ideas, se presentará el mecanismo de supresión producido por las matrices de masa para obtener valores propios pequeños a partir de elementos de matriz grandes, al igual que la supresión de los ángulos de mezcla entre la primera y tercera familias.

sfmantillas@unal.edu.co

**Palabras claves:** jerarquía de masas, masas de fermiones, extensiones abelianas, sector escalar extendido, texturas de masas.

FP355P

## ESTUDIO DEL POTENCIAL DE HIGGS DE EXTENSIÓN ABELIANA DEL MODELO ESTÁNDAR DE PARTÍCULAS

*Sebastian Felipe Mantilla Serrano - Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá*

*Roberto Enrique Martínez Martínez - Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá*

*Rafael Andrei Vinasco Soler - Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá -*

Se estudia una extensión del Modelo Estándar de partículas elementales (SM) que permita explicar la jerarquía de masas de los fermiones. Esta extensión se basa en la suposición de una nueva interacción abeliana no universal  $U(1)'$ , la cual introduce fermiones extra para la cancelación de anomalías quirales. Como consecuencia, se emplea un sector escalar extendido, el cual consta de tres dobletes y dos singletes de Higgs. Para el caso de los dobletes, sus vacíos presentan una jerarquía en sus valores a cientos de GeV, unidades de GeV y cientos de MeV, con el fin de describir satisfactoriamente las escalas de masa de los fermiones. Por otro lado, los singletes rompen la simetría no universal y dan masa a los fermiones extra. En este trabajo se calcula con el potencial de Higgs más general que se puede construir con 3 dobletes de Higgs y 2 singletes escalares invariante ante esta nueva simetría no universal y minimizando el potencial se obtienen las matrices de masas y los auto estados de masa y sus respectivas matrices de rotación para los bosones cargados, los bosones CP-pares y CP-impares. Diagonalizando las matrices se obtienen los tres bosones de Goldstone del SM y uno extra que estaría asociado al nuevo bosón gauge, un bosón de Higgs liviano que obtiene su masa a través de los vacíos electrodébiles, por lo que se interpreta como el

bosón de Higgs de 125 GeV y se obtendrían además nuevos bosones escalares cuyas masas se encuentran a las escalas de TeV.

ravinascos@unal.edu.co

**Palabras claves:** potencial de higgs, jerarquía de masas.

FP4100

## **CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE FOTOFISIÓN DE NÚCLEOS PESADOS EN UN RANGO DE ENERGÍAS DESDE 100 MEV HASTA EL UMBRAL DE PRODUCCIÓN DE TRES PIONES.**

*Sergio Andres Villamil Clavijo - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Edwin Munevar Espitia - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Gustavo Adolfo Calderón Triana - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Experimentos llevados a cabo en diferentes laboratorios (Novosibirsk, Jefferson Lab, entre otros) en un amplio rango de energía evidenciaban que la probabilidad de fisión inducida por fotones reales en núcleos pesados ( $Z$ ,  $A$ ) presenta un comportamiento muy particular con la energía del haz de fotones  $E_\gamma$  y con el parámetro de fisilidad  $Z^2/A$ . Para energías del fotón por encima de 1 GeV, la probabilidad que un núcleo pesado fisione es menor que uno; este valor se mantiene constante incluso para valores mayores de energía. Por otro lado, la probabilidad de fotofisión tiende a saturarse con la energía a valores por encima de la escala de energía nuclear que dependen de  $Z^2/A$ . La forma estándar de estudiar dicho comportamiento consiste en dividir el



proceso de fotofisión en dos etapas: etapa de cascada intranuclear y etapa de cascada evaporativa. En la primera etapa el fotón incidente inicia una cascada intranuclear en la cual algunas de las partículas involucradas pueden escapar del núcleo dejando como resultado un núcleo residual en un estado excitado conocido como núcleo compuesto. La desexcitación de dicho núcleo compuesto se lleva a cabo en la segunda etapa a partir de diferentes posibles mecanismos de evaporación de partículas y/o fisión. Siguiendo el esquema anterior, en este trabajo se presentan los resultados preliminares del cálculo de la probabilidad de fotofisión para los núcleos pesados  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{233}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  y  $^{237}\text{Np}$  en un rango de energías del fotón incidente desde 100 MeV hasta el umbral de producción de tres piones.

villamil\_47@hotmail.com

**Palabras claves:** fotofisión, cascada intranuclear, cascada evaporativa.

FP417P

## DISEÑO DE UN PRE-AMPLIFICADOR PARA UN DETECTOR RPC

*Santiago Silva - Universidad Nacional de Colombia*

*Hector Castro - Universidad Nacional de Colombia*

El detector RPC (Resistive Plate Chamber) es un tipo de detector gaseoso usado en física de altas energías, en los grandes experimentos del LHC-CERN, principalmente en la detección de muones. Actualmente se trabaja en la implementación de estos

detectores en diversas aplicaciones, particularmente en física médica. Uno de los principales requerimientos es lograr la implementación de la electrónica de captura de la señal (front end) adecuada para estas aplicaciones. En este trabajo se presenta el diseño de un pre-amplificador implementado con tecnología BJT, la cual ofrece la ventaja de alta velocidad. El modelo fue realizado mediante técnicas de diseño de alta frecuencia (HF) y validado por simulación. Como resultado se presenta un modelo práctico realizable en nuestro medio y de bajo costo. Se obtuvo una ganancia de 20 mV/pC, ancho de banda de 102 MHz ( $t_{\text{pulse-max}} = 10\text{ns}$  @  $G = -3$  dB) y estabilidad térmica comparables con los pre-amplificadores comerciales.

hfcastros@unal.edu.co

**Palabras claves:** detector, rpc, preamplificador, carga, bjt.

FP4190

## SISTEMA DE TRIGGER DEL EXPERIMENTO LHCb

*Rafael David Nuñez Palacio - Universidad Nacional de Colombia*  
*Diego Alejandro Milanés Carreño - Universidad Nacional de Colombia*

LHCb es un experimento dedicado al estudio de partículas que contienen quarks b o c generados en el Gran Colisionador de Hadrones. El sistema de trigger (disparador) del experimento juega un papel crucial al seleccionar eventos de interés y rechazar la amplia cantidad de ruido de fondo que se genera. Éste consiste en dos etapas: una etapa de hardware llamada L0 trigger que reduce 30 MHz de colisiones inelásticas a una frecuencia de 1MHz en la

cual todo el detector puede ser leído, y una etapa de software denominada High-Level trigger (HLT) en la cual se lleva a cabo una reconstrucción total de los eventos que se almacenarán para su posterior análisis. Se presenta una descripción completa del sistema de trigger y un estudio de su eficiencia con eventos correspondientes a las dos etapas de funcionamiento del experimento.

rdnunezp@unal.edu.co

**Palabras claves:** sistema de trigger del experimento lhcb.

FP435P

## ANÁLISIS DE LOS NEUTRINOS MASIVOS

*Doris Alexandra Bautista Sánchez*

*Ana Consuelo Segura*

*Freddy Alexander Payoma Torres*

El principal objetivo en el presente trabajo consiste en dar forma o estructurar la ecuación de Weyl a partir del análisis de la teoría de la masa y mezcla de neutrinos masivos. Para ello se realizó un tratamiento a las propiedades de los neutrinos, estudiados específicamente en el decaimiento en la interacción débil, y dado a los mecanismos de generación de masas para los neutrinos explícito en el mecanismo de See-Saw. Para tal análisis se efectúan variaciones en el tratamiento matemático de las propiedades del neutrino estudiadas desde la corriente del neutrino, su función de onda dada según helicidad positiva y negativa

dabautistas@unal.edu.co

**Palabras claves:** neutrino, see-saw, ecuación de weyl.

FP4530

## DESCRIPCIÓN DE UN DIFERENTE TIPO DE SISTEMA ELECTROMAGNÉTICO DEPENDIENDO DE LA DIMENSIÓN ESPACIAL DEL OSCILADOR DE DIRAC

*Juan Sebastián Montañez Moyano - Universidad Nacional de Colombia*  
*Carlos José Quimbay Herrera - Universidad Nacional de Colombia*

El sistema físico constituido por un fermión relativista sobre el que actúa un potencial que depende linealmente de la posición y que modifica su momento lineal es conocido como oscilador de Dirac. En este trabajo mostramos que la ecuación del oscilador de Dirac en  $(3+1)$  dimensiones describe una partícula sin carga eléctrica, con momento magnético anómalo, colocada en un medio dieléctrico esférico y sometida a la acción de un campo eléctrico cuya intensidad depende linealmente de la posición radial, mientras que la ecuación del oscilador de Dirac en  $(2+1)$  dimensiones describe una partícula cargada restringida a moverse en un plano y sobre la que actúa un campo magnético uniforme perpendicular al plano, en tanto que la ecuación del oscilador de Dirac en  $(1+1)$  dimensiones describe una partícula cargada restringida a moverse en una línea recta y sobre la que actúa un campo eléctrico cuya intensidad depende linealmente de la posición. Notamos que el oscilador de Dirac corresponde al primer sistema mecánico-cuántico abstracto que se conoce, cuya realización física como un sistema de origen electromagnético depende directamente de la dimensión espacial del sistema.

**Palabras claves:** oscilador de dirac, sistema electromagnético, fermión relativista.

FP491P

## CINCO CEROS DE TEXTURA DE TIPO NO FRITZSCH PARA LAS MATRICES DE MASA DE LOS QUARKS EN EL MODELO ESTÁNDAR

*Yithsbey Giraldo - Universidad de Nariño*

Vamos a considerar un modelo con cinco ceros de textura que no es del tipo Fritzsck para las matrices de masa de los quarks, que es completamente válido y genera todas las cantidades físicas de interés: que incluye las masas de los quarks, la cantidad invariante de Jarlskog y los ángulos internos del triángulo unitario de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa. Para lograr esto, debemos incluir fases no físicas en las matrices unitarias que diagonalizan las matrices de masa de los quarks, a fin de llevar la matriz de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa a su forma estándar. Así que el modelo tiene nueve parámetros para reproducir diez cantidades físicas, lo que implica relaciones entre las masas de los quarks y sus mezclas. Este trabajo tiene varios resultados importantes: a) Primero decir que los ceros de textura buscan reducir el número de parámetros libres presentes en el Modelo Estándar, que para nuestro caso, con sólo nueve parámetros se logra reproducir cantidades físicas de interés, lo implica predicciones, principalmente entre los ángulos de mezcla CKM y las masas de los quarks, entre ellas, verificamos la relación de Gatto-Sartori-

Tonin. b) Mostramos que cinco (5) ceros de textura es el máximo número de ceros posibles en las matrices de masa de los quarks. c) Los patrones de distribución de los posibles de ceros de textura también está limitado: dos ceros en la matriz de masa up y tres en la matriz de masa down. d) Encontramos una importante fuente de violación CP puesto que el ángulo de fase es cercano a  $\pi/2$ .

yithsbey@gmail.com

**Palabras claves:** modelo estándar, ceros de textura.

FP495P

## ESTABILIDAD DEL POTENCIAL ESCALAR EN EL MODELO ECONÓMICO 3-3-1

*Yithsbey Giraldo - Universidad de nariño*

*Larry Burbano - Universidad de Nariño*

: Presentaremos un método que permitirá determinar las condiciones necesarias y/o suficientes que deben satisfacer los parámetros a fin de tener un potencial escalar estable, es decir, que esté acotado por debajo. Esto garantizará que el potencial escalar tenga un mínimo global, condición necesaria para poder implementar el rompimiento espontáneo de la simetría gauge en el Modelo Estándar y sus extensiones. Ya se han realizado trabajos al respecto; nuestra contribución consiste en mejorar estos métodos a fin de poderlos aplicar sistemáticamente en diferentes potenciales presentes en los diversos modelos gauge. Ya hemos implementado exitosa mente los criterios de estabilidad en el Modelo con dos Dobletes de Higgses y en el Modelo Estándar Supersimétrico

Mínimo. El método también se puede aplicar a modelos que extienden el sector gauge del Modelo Estándar, como los modelos  $SU(3) \times SU(3) \times U(1)$ , específicamente modelos con dos tripletes escalares, como el Modelo Económico 3-3-1, cuya estabilidad fue exitosamente establecida.

larrypantoja@gmail.com

**Palabras claves:** modelo 3-3-1, sector escalar, rompimiento espontáneo de simetría.

FP517P

## CORRECCIONES CUÁNTICAS A UN LOOP SOBRE EL POTENCIAL DE NEWTON

*Fabian Leonardo Simijaca Salcedo - UPTC*

*Diego Mauricio Gallego - UPTC*

La Teoría de Campo Efectiva (TCE) proporciona una forma exitosa de proceder sobre las diferentes escalas de energía de una teoría, codificando la dinámica a altas energías (UV) de una teoría fundamental en la dinámica de bajas energías (IR), al utilizar solo los grados de libertad relevantes a esta escala, por lo que la teoría únicamente es válida en el límite de bajas energías. Una TEC es intrínsecamente no renormalizable, al incluir operadores de más de cuatro dimensiones, siendo este el caso de la teoría de gravitación de Einstein. Lo cual implica que para realizar cálculos cuánticos se hace necesarios operadores de más alta dimensión al de Hilbert-Einstein. En el presente trabajo se calculan correcciones cuánticas al potencial de Newton. En particular se evalúa la

dispersión de dos escalares reales mediada por gravitones a orden de un loop.

fabiansimijaca@gmail.com

**Palabras claves:** teoría de campos efectiva; gravedad cuántica; teorías no-renormalizables.

FP535P

## ESTUDIO DE LA SECCIÓN EFICAZ DIFERENCIAL ELÁSTICA EN COLISIONES PROTÓN(ANTI)PROTÓN-PROTÓN BASADA EN UN MODELO QUARK-DIQUARK CON ELASTICIDAD DEL POMERÓN

*Miguel Alejandro Molina Ceron - Universidad de Nariño  
Carlos Avila Bernal - Universidad de los Andes*

Se estudia un modelo de dispersión elástica de nucleones (y anti-nucleones) el cual se basa en una representación quark-diquark ( $qQ$ ) del nucleón con elasticidad del pomerón, este modelo proporciona una mayor parte real a la amplitud de dispersión. Las predicciones del modelo se comparan con datos experimentales para cada una de las secciones eficaces diferenciales elásticas de los nucleones en el rango de energía de pocos GeV hasta 7 TeV utilizando los datos experimentales disponibles.

malejo20@gmail.com

**Palabras claves:** pomerón.



## ESTADO LIGADO PIÓN-PROTON

*Amando Delgado - Universidad de Pamplona*

*Jairo Alonso Mendoza Suarez - Universidad de Pamplona*

Como es de conocimiento de toda la comunidad científica, el problema de superposición de potenciales fuertes y electromagnéticos, es de alto interés. Ya sea por la generalización de la mecánica cuántica al problema de dos potenciales o también aportes a la gran unificación. Mediante una teoría efectiva local, se podría generalizar estos estados ligados. A partir del estudio de los átomos hadrónicos. En este trabajo se desarrolla el estado ligado  $H\pi$  donde las interacciones fuertes son perturbaciones a un sistema electromagnético, a bajas energías. Este estudio se desarrolla, con base en el cambio en los niveles de energía y la tasa de decaimiento del sistema, en el estado base de interacción; y las longitudes de dispersión de ondas  $s$ . La finalidad es encontrar una solución que se superponga de manera correcta con diferentes estados y obtener así una región convergente de valores para las longitudes de dispersión de ondas  $s$ .

akkar2230@gmail.com

**Palabras claves:** átomos hadrónicos, dispersión, longitud de dispersión, ondas  $s$ , estado base, bajas energías.

## DECAIMIENTO DEL MESON D NEUTRO EN DOS PSEUDOESCALARES, $D^0 \rightarrow PP$

*Jairo Yesid Arciniegas Flórez - Universidad de Pamplona*

*Jairo Alonso Mendoza Suarez - Universidad de Pamplona*

En el desarrollo de este trabajo se estudiara la formación de los estados ligados entre los quarks u, d, s y más específicamente el quark c (encanto, charm), que dan origen al mesón D. Es estudio del mesón D es de gran importancia para los que trabajamos en el campo de la física de partículas debido a que se están trabajando con partículas de masas intermedia, la cual permite explorar física más allá del Modelo Estándar. El proyecto se enfoca a calcular los parámetros básicos presentes en la interacción de partículas subatómicas, como son: sección eficaz (que en otros términos es el parámetro para el cual permite calcular las oscilaciones y parámetros de violación de simetría), tasa de decaimiento y vida media, como las interacciones débiles están presentes en el decaimiento del mesón D, estudiaremos las oscilaciones y violación de simetría CP, esperando obtener resultados aceptables y comparables a los obtenidos en algunos experimentos como CLEO-c, BaBar, LHCb, BELLE entre otros. En el estudio teórico se debe incluir los tres tipos de interacciones considerando que hay una fuerte similitud entre los diagramas de Feynman para las interacciones electromagnéticas mediadas por intercambio de fotones y las interacciones débil mediadas por los bosones  $W^\pm$  y  $Z^0$ . Como es natural este estudio no se puede desarrollar en forma analítica completamente debido al carácter perturbativo

presentadas por las interacciones fuertes, usaremos teorías efectivas que describan el decaimiento del mesón D.

jyarciniegas88@gmail.com

**Palabras claves:** mesones, quarks, oscilaciones, decaimientos, interacciones fuertes y débiles, matriz de mezcla, violación de simetría cp.

FP560P

## IMPLEMENTACIÓN DE LAS ECUACIONES DE BOLTZMANN PARA LEPTOGÉNESIS

*Laura María Pabón - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

*Diego Gallego - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

*Carlos Yaguna - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

El origen de la asimetría de materia y antimateria en el Universo se conoce como Bariogénesis, para lograr explicarlo en el 1967 Sakharov propuso tres condiciones necesarias para producir en forma dinámica esta asimetría. La primera es la violación del número bariónico, la segunda es la violación de la simetrías C y CP y la tercera la salida del equilibrio térmico. Estudiamos las tres condiciones de Sakharov en el mecanismo de Leptogénesis; principalmente solucionamos las ecuaciones de Boltzmann para neutrinos derechos y para asimetría leptónica con el fin de poder verificar la condición de salida de equilibrio.

lau.maria22@gmail.com

**Palabras claves:** leptogenesis, ecuaciones de boltzmann, neutrinos.

FP5700

## TEORÍAS GAUGE A PARTIR DE NUEVAS ESTRUCTURAS ALGEBRAICAS

*Fredy Angel Jimenez Giraldo - Universidad de Antioquia*

*Diego Alejandro Restrepo Quintero - Universidad de Antioquia*

*Luis Alberto Wills Toro - Universidad Nacional de Colombia sede Medellín*

El modelo estándar de la física de partículas puede ser descrito de forma completa usando las herramientas de la geometría no conmutativa de Alain Connes. A diferencia de la teoría cuántica de campos, una de las principales ventajas de esta formulación es la aparición, de forma natural, del campo escalar de Higgs. Estudios recientes han permitido generalizar este formalismo para incluir estructuras no asociativas. En este trabajo se pretende revisar los principales conceptos que permiten la construcción de una teoría gauge en este entorno así como presentar un análisis de las propiedades más relevantes que caracterizan a una familia de álgebras no asociativas que podrían describir las simetrías  $U(1)$  y  $SU(2) \times U(1)$  de las interacciones electromagnética y electrodébil respectivamente.

fajimenezg@unal.edu.co

**Palabras claves:** geometría no conmutativa, campo de higgs, teoría gauge, simetría electrodébil, álgebra no asociativa.

## CONSTRUCCIÓN DE HAMILTONIANOS EFECTIVOS PARA PROCESOS DE DECAIMIENTO CON CAMBIO DE SABOR

*Jaime Cuervo - Universidad Nacional de Colombia*

*John Morales - Universidad Nacional de Colombia*

Los procesos de cambio de sabor en la naturaleza son descritos a través del sector electrodébil del modelo estándar. Estos involucran las distintas componentes de la matriz CKM, las cuales están ligadas entre sí a partir de su condición de unitariedad. Debido a esto este sector ofrece la oportunidad de llevar a cabo múltiples tests de precisión, al considerar las consecuencias que acarrear distintos resultados experimentales sobre el espacio de parámetros de la teoría. Es fundamental, establecer las predicciones teóricas que el modelo estándar ofrece para los procesos considerados. Para esto se suele llevar a cabo la construcción de Hamiltonianos efectivos, partiendo del modelo estándar, los cuales facilitan la evaluación de las amplitudes de transición aún al considerar correcciones radiativas de QCD (que involucran generalmente cálculos no-perturbativos). Exponemos los aspectos generales más relevantes en el cálculo de dichos Hamiltonianos en el esquema modificado de sustracción mínima, para procesos con distintos contenidos iniciales de sabor. Adicionalmente, presentamos una discusión de la relevancia que algunos de estos observables han tenido en los tests de precisión del modelo estándar en los últimos años, al exhibir el espacio de parámetros sobre el triángulo de unitariedad.

**Palabras claves:** modelo estándar, cambio de sabor, hamiltoniano efectivo, ope, ckm.

FP593P

## RECONSTRUCCIÓN DE LA REACCIÓN $\Gamma D \rightarrow K^+ + \Lambda(N)$ A PARTIR DE DATOS EXPERIMENTALES

*Cristhian Suarez - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Edwin Munevar - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Un problema actual en la física de partículas de energías intermedias radica en las resonancias faltantes. En este caso, los modelos de quarks constituyentes predicen más resonancias de las que han sido encontradas experimentalmente. Aunque esto pone en duda la validez del modelo de quarks, a nivel experimental la mayor cantidad de información sobre el espectro de resonancias bariónicas proviene de estados finales con piones los cuales al parecer presentan un acoplamiento débil con las resonancias faltantes. Por el contrario, ciertos modelos de quarks predicen un fuerte acoplamiento por parte de algunas resonancias faltantes con estados finales que contienen partículas extrañas, por ejemplo,  $???????? \rightarrow ???? + \Lambda(n)$ . Por tanto, desde un punto de vista experimental, esta reacción aporta valiosa información que podría ayudar a verificar la validez de los modelos fenomenológicos de quarks. En correspondencia con ello este trabajo tiene como objeto mostrar de manera general y concisa el proceso de reconstrucción de la reacción  $???????? \rightarrow ???? + \Lambda(n)$ , utilizando datos experimentales tomados del Thomas Jefferson National

Accelerator Facility (TJNAF) en Newport News, VA USA, como parte del periodo experimental g13b, haciendo uso de un haz de fotones linealmente polarizados en un rango de energías entre 1.1 - 2.3 GeV y un blanco estacionario de deuterio. Dentro de los alcances de este trabajo se encuentra mostrar las estrategias que a nivel experimental se implementan en cada una de las etapas del proceso de reconstrucción, así como también las herramientas computacionales que facilitan dicha labor.

crasuarezb@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** reconstrucción de la reacción  $pp \rightarrow pp + \lambda(n)$  a partir de datos experimentales.

FP595P

## ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE LOS BOSONES GOLDSTONE VÍA CAMPOS DE KILLING E INVARIANZA BRST

*Daniel Fernando Castro - Departamento De Física - Universidad Nacional De Colombia*

*Jhon Morales Aponte - Departamento De Física - Universidad Nacional De Colombia*

Presentamos un análisis de la simetría BRST (Becchi, Rouet, Stora and Tyutin) en teorías gauge no-abelianas, introducimos herramientas geométricas, en particular, los campos de Killing en la construcción de derivadas covariantes para el planteamiento de Lagrangianos generalizados invariantes bajo la simetría  $SU(2)_L \times U(1)_Y$ . Estudiamos la introducción de campos fantasmas en la teoría y la obtención de campos físicos reales y sus

transformaciones BRST. Con el fin de verificar el teorema de equivalencia, analizamos fenomenológicamente procesos específicos donde los bosones de Goldstone son estados finales o iniciales, e.g.,  $G_0G_0 \rightarrow G_0G_0$ .

dfcastrop@unal.edu.co

**Palabras claves:** teorías gauge, simetría brst, vectores de killing, bosones de goldstone.

FP611P

## EVALUACIÓN DEL LAGRANGIANO DE SUPERGRAVEDAD BAJO EL FORMALISMO SUPERCONFORME

*Cristian Rodríguez - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

*Diego Gallego - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

Supergravedad  $N=1$  (SUGRA) es una extensión a la teoría de la relatividad general como una teoría de gravedad cuya característica principal es la inclusión de supersimetría mínima. El considerar una teoría de gravedad supersimétrica podría ayudar a explicar varios problemas cosmológicos que se plantean actualmente ya que no sólo proporciona un candidato a materia oscura, sino que también facilita el cálculo de un valor adecuado a la constante cosmológica sin la necesidad de realizar un ajuste fino. En este trabajo, se emplean métodos propios de superspacio para obtener el álgebra del grupo superconforme e imponer las ligaduras sobre supercampos generales necesarias para definir supercampos quirales y supercampos gauge; además, se hace uso del principio



de calibre con el grupo superconforme para acoplar supermultipletes quirales y supermultipletes gauge a supergravedad para así obtener la densidad lagrangiana de supergravedad.

cristian.rodriguez01@uptc.edu.co

**Palabras claves:** supergravedad, supersimetría, simetría superconforme, teorías gauge.

FP614P

## TÉRMINOS DE ROMPIMIENTO SUAVE DE SUPERSIMETRÍA INDEPENDIENTE DEL ESQUEMA

*Angie Acero - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*  
*Diego Gallego - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

Las extensiones supersimétricas al modelo estándar de partículas siguen siendo de atractivo teórico y fenomenológico. La observación de dicha simetría indica que, de estar presente en el universo, debe encontrarse rota espontáneamente. Los efectos de este rompimiento están codificados en términos denominados suaves y la inclusión de estos permite hacer estudios fenomenológicos tipo bottom-up. Si en cambio se desea un estudio top-down, donde se conoce la teoría fundamental, es posible entonces evaluar términos suaves de manera explícita. El interés principal de este trabajo es el cálculo de los términos suaves, motivados por la no desaparición del VEVs de un campo auxiliar en el sector oculto, quien genera términos de masa en el sector observable, al reemplazar en la lagrangiana de supergravedad

dicho campo auxiliar, por su valor esperado e imponer el conocido límite plano, se obtiene una lagrangiana supersimétrica, más términos de rompimiento suave. Finalmente se hace una discusión a algunos escenarios fenomenológicos con consecuencias interesantes detectables en el LHC.

angie.acero@uptc.edu.co

**Palabras claves:** rompimiento de supersimetría, supercampos, superpotencial, sector oculto y visible.

FP621P

## LHC CONSTRAINTS ON 3-3-1 MODELS

*Eduardo Rojas Peña - Universidad de Antioquia*  
*William Ponce Gutierrez - Universidad de Antioquia*

The ATLAS detector data on di-lepton production is used in order to impose constraints on  $Z'$  boson masses associated with a variety of 3-3-1 and E6 motivated  $Z'$  models. Lower mass bounds for the different models are established at 95% confidence level. Our numerical analysis is extrapolated up to 14 TeV, and further to 30 TeV and 100 TeV, for a broad range of luminosities. Some of our results can be compared with the ATLAS published bounds, being, for those cases, in fairly good agreement. We also report the vector and axial charges for all the 3-3-1-motivated  $Z'$  models without exotic electric charges for leptons, known in the literature. To the best of our knowledge most of this charges were not reported before.

eduardo.rojasp@udea.edu.co

**Palabras claves:**

FP629P

## **MINIMAL NON-UNIVERSAL ELECTROWEAK EXTENSIONS OF THE STANDARD MODEL: A CHIRAL MULTIPARAMETER SOLUTION**

*William Antonio Ponce Gutierrez - Universidad de Antioquia  
Eduardo Rojas Peña -- Universidad de Antioquia*

We report the most general expression for the chiral charges of a non-universal  $U(1)'$  with identical charges for the first two families but different charges for the third one. The model is minimal in the sense that only standard model fermions plus right-handed neutrinos are required. By imposing anomaly cancellation and constraints coming from Yukawa couplings we obtain two different solutions. In one of these solutions, the anomalies cancel between fermions in different families. These solutions depend on four independent parameters which result very useful for model building. We build different benchmark models in order to show the flexibility of the parameterization. We also report LHC and low energy constraints for these benchmark models.

eduardo.rojasp@udea.edu.co

**Palabras claves:**

## FLIPPED VERSIONS OF THE UNIVERSAL 3-3-1 AND THE LEFT-RIGHT SYMMETRIC MODELS IN \$[SU(3)]^3\$: A COMPREHENSIVE APPROACH

*Oscar Rodriguez - Universidad de Antioquia e instituto tecnológico metropolitano  
(ITM)*

*Eduardo Rojas Peña - Universidad de Antioquia*

By considering the 3-3-1 and the left-right symmetric models as low energy effective theories of the  $SU(3)_C \otimes SU(3)_L \otimes SU(3)_R$  (for short  $[SU(3)]_3$ ) gauge group, alternative versions of these models are found. The new neutral gauge bosons of the universal 3-3-1 model and its flipped versions are presented; also, the left-right symmetric model and its flipped variants are studied. Our analysis shows that there are two flipped versions of the universal 3-3-1 model, with the particularity that both of them have the same weak charges. For the left-right symmetric model we also found two flipped versions; one of them new in the literature which, unlike those of the 3-3-1, requires a dedicated study of its electroweak properties. For all the models analyzed, the couplings of the  $Z'$  bosons to the standard model fermions are reported. The explicit form of the null space of the vector boson mass matrix for an arbitrary Higgs tensor and gauge group is also presented. In the general framework of the  $[SU(3)]_3$  gauge group, and by using the LHC experimental results and EW precision data, limits on the  $Z'$  mass and the mixing angle between  $Z$  and the new gauge bosons  $Z'$  are obtained. The general results call for very small mixing angles in the range  $10^{-3}$  radians and  $M_{Z'} > 2.5$  TeV.

## **DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS CINÉTICOS TL EN MATRICES DE ALÚMINA SINTERIZADAS BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE CALCINACIÓN**

*Jorge Rojas - Universidad de Córdoba*

*Ana María Petro Villalba - Universidad de Córdoba*

*Rafael R. Cogollo Pitalua - Universidad de Córdoba (montería - Colombia)*

*Omar Dario Gutierrez - Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellin - Colombia)*

Introducción. El interés por materiales que presentan propiedades Termoluminiscentes (TL), se debe a sus posibles aplicaciones tecnológicas, especialmente como Dosímetros Termoluminiscentes (TLD). En este trabajo se reporta la deconvolución de curvas de brillo TL complejas, de matrices de alúmina sinterizadas bajo diferentes condiciones de calcinación, para establecer el efecto del tratamiento térmico en las propiedades del material, con miras a mejorar su respuesta para futuras aplicaciones tecnológicas. Metodología. Polvo de alúmina bohemita (99,995% de pureza), fue utilizado para preparar pastillas puras de alúmina ( $Al_2O_3$ ). Se fabricaron dos grupos de muestras, el primer grupo (NALO) se sinterizó a  $1000^{\circ}C/3$  horas y el segundo grupo (ALO) se sinterizó a  $1000^{\circ}C/6$  horas. Las muestras fueron irradiadas en aire a temperatura ambiente, a una dosis de 10 Gy usando un acelerador lineal. La lectura se realizó en un TLD 4500,

a una tasa de calentamiento de 5 grados/s. Resultados. La Curva de brillo de las matrices de alúmina, mostró la presencia de tres picos de brillo experimentales, destacándose el pico principal alrededor de los 444 K en ambos grupos de muestras. La principal diferencia encontrada, usando la función de probabilidad asimétrica logística [2], muestra que las curvas de brillo de las muestras del grupo ALO, se deben sólo a la presencia de tres tipos de trampas energéticas, ya que la superposición de las señales ajustadas no relevó la aparición de otro pico; mientras que el ajuste de la curva de brillo de las muestras del grupo NALO reveló la presencia de cuatro tipos de trampas energéticas, cuyos parámetros cinéticos fueron determinados.

rafaelcogollop@gmail.com

**Palabras claves:** termoluminiscencia, curva de brillo, dosimetria, alumina, parámetros cinéticos.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## INFLUENCIA DEL CERIO EN LOS PARÁMETROS CINÉTICOS DE LA CURVA DE BRILLO TERMOLUMINISCENTE (TL) DE MATRICES DE ALÚMINA

*Jorge Rojas - Universidad de Córdoba*

*Alexandra Urueta Muñoz - Universidad de Córdoba*

*Rafael R. Cogollo Pitalua - Universidad de Córdoba (Montería - Colombia)*

*Omar Dario Gutierrez - Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellín -  
Colombia)*

Introducción. En los materiales termoluminiscentes (TL), las emisiones son esencialmente procesos relacionados con la presencia de impurezas que han sido introducidas natural o artificialmente en la red de la matriz anfitriona. En este trabajo se reporta la deconvolución de Curvas de Brillo TL de matrices de alúmina pura y dopadas con Cerio ( $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Ce}$ ) con una concentración del dopante del 0,5% y 1%, sinterizados bajo las mismas condiciones de calcinación. La introducción del Cerio tiene por objeto modificar la respuesta TL de la matriz anfitriona, buscando optimizar su respuesta para posibles aplicaciones tecnológicas. Metodología. Las muestras, sinterizadas a  $1000^\circ\text{C}/3$  horas, fueron irradiadas en aire a temperatura ambiente, a una dosis de 10 Gy, usando un acelerador lineal, la lectura TL se realizó en un Harshaw TLD 4500. La introducción del Cerio se realizó usando el método de impregnación húmeda. Para la deconvolución de las Curvas de brillo se usó la función asimétrica logística de cuatro parámetros. Resultados. Las curvas de brillo TL de las muestras puras y dopadas exhibieron un total de tres picos de brillo

experimentales. Los resultados muestran que las curvas de brillo para la matriz pura, están constituidas por un total de cuatro tipos de trampas energéticas; mientras que la curva de brillo de las matrices de alúmina dopadas al 0.5% están constituidas por cinco señales y las dopadas al 1% tienen un total de cuatro tipos de trampas energéticas. Tanto en las matrices puras como en las dopadas con Ce se encuentra que el primer pico de brillo experimental es la señal de mayor intensidad luminosa; pero al realizar el análisis por deconvolución se evidencia que este pico de mayor intensidad corresponde a la segunda señal (peak 2) para cada grupo de muestra, encontrándose antes un pico de baja temperatura al que hemos denominado “Peak 1”, que podría ser responsable del alto decaimiento de la señal reportado para la matriz pura.

rafaelcogollop@gmail.com

**Palabras claves:** termoluminiscencia, curva de brillo, dosimetría, alúmina, parámetros cinéticos.

GF550

## PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN FÍSICA FORENSE

*John Wilman Rojas Reina - Universidad Nacional*

Se deseaba conocer una delimitación conceptual desde la ciencia para la especialidad científica llamada física forense. No se distinguía cuáles eran las temáticas en las que se estaba desarrollando este frente de investigación científica, ni sus problemas de investigación o las fuentes de sus publicaciones. Por



esto, fueron realizadas búsquedas selectivas en las principales bases de datos: WoS, AAPG, ACSESS DL, DOAJ directory, Ebooks-7/24 (McGraw-Hill), EBSCO, EDS, Embase, Engineering Village, IEEE Xplore, National Academies Press, Scielo, ScienceDirect y Scopus. Se aplicó una técnica bibliométrica para describir la posición de este campo respecto a otras ciencias forenses y aplicaciones de la física, y se delimitaron las definiciones halladas, las temáticas de investigación asociadas, y la información general de autores y publicaciones, que dieron cuenta de investigaciones en: física nuclear forense, investigación de accidentes de tráfico, ballística forense, análisis de patrones de manchas de sangre, investigación de explosiones, acústica forense, entre otras. Cada una de estas temáticas de investigación fue evaluada con el fin de identificar su dinámica investigativa y los problemas que aborda. Se concluyó que el campo es extenso conceptualmente, por lo que las publicaciones científicas halladas se han dado en diversas revistas de diferentes temas como: Accident Analysis and Prevention, Journal of Forensic Science, Traffic Injury Prevention, International Journal of Impact Engineering, International Journal of Legal Medicine, American Journal of Physics, European Journal of Physics, entre otras.

jwrojasr@unal.edu.co

**Palabras claves:** bibliometría, ciencias forenses, física forense.

## ANÁLISIS DE LA TRANSMITANCIA EN UN METAMATERIAL DE GEOMETRÍA CUADRADA: UNA APLICACIÓN A LA FABRICACIÓN DE SENSORES

*Jose Miguel Jiménez Mesa - Grupo de Óptica y Espectroscopía (GOE), Centro de  
Ciencia Básica, Universidad Pontificia Bolivariana, A. A. 56006, Cq 1 70-01,  
Laureles, Medellín, Colombia*

*Héctor Lorduy Gómez - Grupo de Óptica y Espectroscopía (GOE), Centro de  
Ciencia Básica, Universidad Pontificia Bolivariana, A. A. 56006, Cq 1 70-01,  
Laureles, Medellín, Colombia*

*Jimena Restrepo Penagos - Grupo de Óptica y Espectroscopía (GOE), Centro de  
Ciencia Básica, Universidad Pontificia Bolivariana, A. A. 56006, Cq 1 70-01,  
Laureles, Medellín, Colombia -*

El índice de refracción de un medio depende de la permitividad eléctrica y la permeabilidad magnética, y en general toma valores positivos, permitiendo la propagación de las ondas. Si el índice de refracción fuera negativo, las leyes de propagación serían diferentes. En la naturaleza no es posible encontrar medios con estas características. Los metamateriales son estructuras periódicas construidas artificialmente con conductores o combinaciones con aislantes. Las estructuras hacen el papel de una "molécula" o de un "átomo", y sus propiedades son controladas mediante el índice de refracción que depende de la geometría. Cada estructura está hecha de celdas conformadas por resonadores (SRR) e hilos intercalados y separados por una distancia  $a$ . Esta distancia satisface el principio de homogeneidad que establece que la distancia  $a$  debe ser mucho menor que longitud de onda con la que se quiere trabajar. El control del medio a través de los parámetros geométricos implica un control del índice de refracción que puede tomar valores negativos.

Los metamateriales con índice refracción negativo se conocen como medios zurdos (LHM), porque obedecen la regla de la mano izquierda, en donde el vector de onda es opuesto al vector de Poynting. En este trabajo se propone un metamaterial zurdo de geometría cuadrada que permite analizar la transmitancia cuando la geometría de la celda varía. Se obtiene un rango de frecuencias en el orden de los GHz donde el índice de refracción es negativo. Dado que la transmitancia depende del índice de refracción, la estructura propuesta en este trabajo puede ser aplicada para estimar variaciones de presión o temperatura.

jose.jimenezm@upb.edu.co

**Palabras claves:** índice de refracción, metamateriales, sensores.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## MODELAMIENTO DE LA TRANSMITANCIA EN UN METAMATERIAL DE GEOMETRÍA HEXAGONAL: UNA APLICACIÓN A SENSORES DE PRESIÓN

*Jimena Restrepo Penagos - Grupo de Óptica y Espectroscopía (GOE), Centro de Ciencia Básica, Universidad Pontificia Bolivariana, A. A. 56006, Cq 1 70-01, Laureles, Medellín, Colombia*

*Héctor Lorduy Gómez - Grupo de Óptica y Espectroscopía (GOE), Centro de Ciencia Básica, Universidad Pontificia Bolivariana, A. A. 56006, Cq 1 70-01, Laureles, Medellín, Colombia*

*Jose Jimenez Mesa - Grupo de Óptica y Espectroscopía (GOE), Centro de Ciencia Básica, Universidad Pontificia Bolivariana, A. A. 56006, Cq 1 70-01, Laureles, Medellín, Colombia -*

Un medio natural posee dos parámetros fundamentales, la permitividad eléctrica y la permeabilidad magnética. Estos a su vez caracterizan al índice de refracción, que por lo general toma valores positivos, donde las ondas se propagan. Si el índice de refracción fuera negativo, las leyes de propagación cambiarían. En la naturaleza no es posible encontrar medios con estas condiciones. Los metamateriales son estructuras periódicas construidas artificialmente usando conductores o combinaciones con aislantes. Las estructuras asumen el papel de una "molécula" o de un "átomo", y sus propiedades son controladas mediante el índice de refracción que depende de la geometría del metamaterial. Las estructuras están hechas de celdas unitarias conformadas por resonadores (SRR) e hilos intercalados alternadamente a una distancia  $a$ . Esta distancia satisface el principio de homogeneidad que establece que la distancia  $a$  es mucho menor que longitud de onda con la que se quiere trabajar. El control del medio artificial a

través de la geometría implica controlar el índice de refracción que ahora puede tomar valores negativos. Los metamateriales con índice refracción negativo suelen llamarse medios zurdos (LHM), porque obedecen la regla de la mano izquierda, en donde el vector de onda es opuesto al vector de Poynting. En este trabajo se propone un metamaterial de geometría hexagonal que permite analizar la transmitancia de un metamaterial zurdo. Se obtiene un rango de frecuencias del orden de los GHz donde se observa que el índice de refracción toma valores negativos. El rango de frecuencia encontrado para la geometría propuesta posibilita la aplicación en diseñar sensores de presión.

jimerpo@hotmail.com

**Palabras claves:** índice de refracción, metamateriales, sensores.

GF1640

## **SIMULACIÓN DE RAYOS CÓSMICOS SOBRE MONSERRATE.**

*Juan Sebastián Useche Parra - Universidad de los Andes  
Carlos Arturo Avila Bernal - Universidad de los Andes*

Presentamos resultados sobre el estudio de flujo de muones, producidos por rayos cósmicos, al incidir sobre el cerro de Monserrate en Bogotá-Colombia, utilizando el paquete de simulación CORSIKA. Inicialmente, los resultados de la simulación son comparados con mediciones hechas a nivel del mar, por el telescopio de rayos cósmicos de Okayama, Japón y por el laboratorio de Brookhaven, Estados Unidos, mostrando una

excelente concordancia y certificando la capacidad del modelo de simulación para predecir el flujo y espectro de muones. Posteriormente, se analiza el comportamiento de los muones tanto a cielo abierto como su penetración en el cerro de Monserrate, y se presentan predicciones sobre el tiempo de toma de datos (del orden de 24 horas para celdas de ángulos azimutal y zenit de 5.7 grados) necesario para obtener mediciones de atenuación de muones, por el cerro en mención, con una precisión del 3%. Nuestros resultados son de gran utilidad para el diseño de experimentos enfocados a hacer mediciones directas del flujo de muones a través de diferentes estructuras Geológicas en Colombia.

js.useche10@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** rayos cósmicos, muones, monserrate.

GF179P

## **IDENTIFICACIÓN DE SUPERFICIES POR MEDIO DE LA RADIACIÓN SOLAR REFLEJADA, CALCULADA UTILIZANDO IMÁGENES DE SATÉLITE.**

*Yaurlis Arrieta Padilla - Universidad de Córdoba*

*Leonardo de Jesús Gónima Gónima - Universidad de Córdoba*

La radiación solar comprendida en el rango espectral de onda corta ( $0.3 \mu\text{m} - 2.5 \mu\text{m}$ ) que se refleja por la superficie terrestre, es una variable que permite identificar y clasificar superficies, esto es posible mediante la utilización de imágenes digitales de satélite. Es por esto, que en este trabajo se calcula la radiación solar reflejada por superficies mediante imágenes digitales, basado en la solución

de la ecuación de transferencia radiativa de la radiación solar reflejada de onda corta, que permite obtener inicialmente la reflectancia y con la cual se obtiene la radiación solar reflejada para cada superficie. Para desarrollar este trabajo se adquirieron cuatro imágenes del satélite LANDSAT 8 del 24.01.2014, 29.03.2014, 26.12.2014 y 02.01.201 de la ciudad de Montería, con siete bandas espectrales de onda corta, estas fueron procesadas y con las cuales se calculó la reflectancia espectral para cada una de las bandas, a partir de esta se obtuvieron imágenes de radiación solar espectral reflejada, Posteriormente, se estableció una relación entre la precipitación caída en el último mes y los cambios radiométricos mostrados por cada una de las imágenes seleccionadas, lo que demostró que la variación temporal de las superficies no solo se debe a cambios en el uso del suelo, sino también a las humedad de la superficie producida por las lluvias. Los resultados obtenidos se presentan en forma de mapas digitales con la clasificación de las superficies existentes en cada una de las cuatro fechas seleccionadas.

yaurlisarrieta@gmail.com

**Palabras claves:** reflectancia espectral, radiación solar espectral, onda corta.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **ESTUDIO DE PROPIEDADES ESTRUCTURALES, MORFOLÓGICAS Y QUÍMICAS DE MULTICAPAS DE TIN Y CrAlN CON POSIBLES APLICACIONES INDUSTRIALES DEPOSITADAS POR MEDIO DE MAGNETRÓN SPUTTERING DC**

*Federico Garcia Marin - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
Miguel Santiago Ospina Arroyave - Universidad Nacional de Colombia Sede  
Manizales*

*Sebastian Camilo Mendoza Rincon - Universidad Nacional de Colombia Sede  
Manizales*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

El sector metalmecánico en la industria colombiana ha mostrado crecimiento durante los últimos años, esto a su vez es el origen de la innovación, la búsqueda y el desarrollo de formas de ayuda y mejora en el área por parte de los investigadores. Este es el interés de esta investigación al tratar de generar una aplicación industrial a través de recubrimientos por medio de técnicas PVD. En este trabajo se pretende encontrar una manera de mejorar la vida útil de herramientas por medio de recubrimientos multicapas aplicando la técnica de magnetrón sputtering DC reactivo. Se utilizaron sustratos de aceros S600 y H13 (materiales frecuentemente empleados en la industria metalmecánica como herramientas de punzonado). Con el fin de hacer una comparación de las propiedades obtenidas se depositaron mono-capas de TiN y CrAlN. Para todas las deposiciones la temperatura utilizada fue de 200°C. A cada una de las muestras se le hizo pruebas morfológicas, estructurales y químicas semi-cuantitativas (EDS). Se analizaron



los resultados obtenidos y se eligió (tentativamente) el mejor tipo de recubrimiento para hacer pruebas de campo en punzones, como posibles trabajos futuros.

fedgarciamar@unal.edu.co

**Palabras claves:** punzones, recubrimientos, magnetron sputtering.

GF196P

## **EFFECTOS DE TRATAMIENTOS ELECTROQUÍMICOS EN LA BROTAÇÃO DE ESTACAS DE MANIHOT ESCULENTA CRANTZ APLICADOS EN PRESIEMBRA EN UNA LOCALIDAD DEL BAJO SINÚ**

*Juan Manuel Oviedo Cuéter - Universidad de Córdoba*  
*Carlos Andrés Doria Cantero - Universidad de Córdoba*  
*Álvaro Ángel Arrieta Almario - Universidad de Sucre*

Actualmente, se han llevado a cabo estudios sobre la influencia de campos electromagnéticos en diversas especies de plantas en fase germinativa encontrándose un aumento en la eficiencia germinativa de éstas, pero es poca la literatura reportada respecto al efecto de tratamientos electroquímicos en plantas. En el presente trabajo se evaluaron los efectos de tratamientos electroquímicos en la brotación de estacas de yuca variedad MCol 2066 (Chiroza) a diferentes voltajes y tiempos de exposición. Como principales variables respuestas se consideraron el tiempo de brotación y la sobrevivencia de las plantas, realizándose un análisis de varianza para cada una de estas variables. El tratamiento electroquímico fue

realizado en una cubeta rectangular elaborada en vidrio con dos electrodos de acero inoxidable ubicados en dos lados paralelos de la celda. Como solución electrolítica se utilizó KNO<sub>3</sub> al 0.05M disuelto en agua. Se encontró que los tratamientos electroquímicos afectaron el tiempo de brotación de las estacas de manera favorable. Los mejores voltajes para aplicación de los tratamientos fueron: 6, 9, 13 y 20 V AC con un tiempo de exposición de 5 minutos, eligiendo entre ellos el tratamiento con 6 V AC por ser el voltaje con mejores resultados globales con respecto a las variables respuestas.

ocjm19@gmail.com

**Palabras claves:** tratamientos electroquímicos, manihot esculenta crantz, brotación, kno<sub>3</sub>.

GF1980

## DESARROLLO DE UN ALGORITMO TEÓRICO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL PARA UNA ATMÓSFERA DESPEJADA

*Carlos Mario Girado Polo - Universidad de Córdoba  
Leonardo De Jesús Gónima Gónima - Universidad de Córdoba*

En este trabajo se desarrolló un algoritmo para la estimación de la radiación solar global, a partir de los valores espectrales de radiación solar directa y difusa en una atmósfera despejada (sin nubes). Mediante el software Optical Properties of Aerosols and Clouds se calculó el AOD para diferentes tipos de atmósfera, indispensable para el cálculo del índice de turbidez de Ångström.

A partir del modelamiento de las ecuaciones teóricas de transferencia radiativa, en el rango entre  $0,3 \mu\text{m}$  y  $2,8 \mu\text{m}$ , se determinaron las transmitancias espectrales debidas a la dispersión de Rayleigh y Mie, y las debidas a la absorción de tres distribuciones de gases atmosféricos (ozono, vapor de agua, mezcla de gases (aire seco)) y de los aerosoles. De esta manera se calcularon las componentes directa y difusa de la radiación global, en esta última se diseñó una nueva ecuación para el cálculo de la fracción de la radiación solar dispersada por los aerosoles hacia la superficie terrestre. Un análisis del comportamiento teórico de esta fracción, se realizó utilizando la ecuación citada en Gónima (1993) y el modelo validado y aceptado internacionalmente de Bird y Riordan, (1986). Finalmente, se analizaron los resultados obtenidos, luego de la validación realizada con datos de la estación de Potsdam (Alemania) durante los años 2012 al 2014 y comparados con los resultados obtenidos de la misma variable mediante la aplicación de otros tres modelos seleccionados de la literatura especializada actual.

karlg21@hotmail.com

**Palabras claves:** radiación solar, aod, fracción de la radiación solar, radiación solar difusa.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE VAPOR DE AGUA ATMOSFÉRICO SOBRE LA PRECIPITACIÓN PARA UNA ATMÓSFERA TROPICAL.

*Enadis Del Carmen Lugo Vilorio - Universidad de Córdoba*  
*Leonardo de Jesús Gónima Gónima - Universidad de Córdoba*

Principalmente se establece una relación estadística entre la densidad de vapor de agua atmosférico  $\rho_{v}$  y la precipitación  $pp$  y con base en esto se determina la representatividad de ésta relación. Se requirió aplicar conceptos tales como la ecuación de estado para el vapor de agua, el análisis de regresiones estadísticas, el filtro de suavizado de SavitzkyGolay. En el presente trabajo se determina: la densidad de vapor de agua atmosférico  $\rho_{v}$  y una relación estadística entre  $\rho_{v}$  y la precipitación  $pp$  y el análisis temporal de  $\rho_{v}$  y  $pp$ , con datos proporcionados por el IDEAM de 7 estaciones meteorológicas del Departamento de Córdoba entre 1975 y 2014. Se determinó una relación lineal entre  $\rho_{v}$  y  $pp$ , se analizó la variabilidad temporal de  $\rho_{v}$  y  $pp$ , mostrando la tendencia al aumento de  $\rho_{v}$  en el periodo de estudio y para la  $pp$  se identificó que disminuye aproximadamente a partir del 2010, siendo posiblemente el calentamiento global la causa principal de los cambios a éstas variables. Los coeficientes de correlación demuestran la significancia de la relación entre  $\rho_{v}$  y  $pp$ , lo que muestra la representatividad de ésta relación para una atmósfera tropical.

enluvi1704@hotmail.com

**Palabras claves:** densidad de vapor de agua atmosférico, precipitación ,calentamiento global.

GF2110

## **CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA DE MATERIALES PERTENECIENTES A UNA TUMBA PREHISPÁNICA DEL VALLE DEL ABURRÁ**

*Julio Fabian Salvador - UdeA*

*Oscar Arnache - UdeA*

*Juan Pablo Díez - SIPAH*

La arqueometría se basa en la aplicación de técnicas físicas y químicas sobre materiales arqueológicos y de patrimonio cultural. El surgimiento de esta disciplina y el complemento de conocimientos en ciencia básica, ha permitido impulsar estudios avanzados sobre piezas invaluable de patrimonio cultural. A mediados del año 2016 se descubrió en el área metropolitana del Valle del Aburrá (nueva sede de Teled Medellín) una tumba que contenía un horno crematorio y diversos tipos de materiales muy valiosos para la arqueología colombiana. La datación por carbono 14 de las correspondientes muestras orgánicas indican que esta tumba tiene aproximadamente 1500 años de antigüedad. En esta ponencia se muestran avances de los resultados obtenidos al analizar muestras metálicas del hallazgo. Las medidas de difracción de rayos x y microscopía electrónica de barrido nos indican que el oro fue el elemento principal usado en la elaboración de los objetos metálicos. Se logró cuantificar por EDX los porcentajes de oro y otros elementos presentes. Además se ha iniciado el análisis metalográfico para poder determinar las

características micro estructurales o constitutivas, y de esta forma relacionarlas con las propiedades físicas, químicas y mecánicas.

julio.fabian@udea.edu.co

**Palabras claves:** arqueometría, microscopia electrónica, difracción de rayos x, análisis metalográfico.

GF221P

## **METASUPERFICIES PARA FILTRADO ANGULAR**

*Juan P. del Risco - Universidad Sergio Arboleda*

*Julián D. Ortiz - Universidad San Buenaventura*

*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

En este trabajo se diseñan varios filtros angulares que son dispositivos que permiten el paso o rechazo de radiación electromagnética en función del ángulo de incidencia. Estos dispositivos pueden ser utilizados para suprimir lóbulos laterales de radiación e incluso colimar el lóbulo principal, lo cual podría mejorar la directividad de una antena. Las primeras propuestas en esta línea se basan en estructuras de espesor comparable a la longitud de onda formadas por varias capas dieléctricas, por lo que en el rango de las microondas puede suponer elementos adicionales sobre la antena de espesor y peso considerable. En propuestas posteriores, se sustituyen los dieléctricos por pantallas de metal perforadas o cavidades de Fraby-Perot de rejillas metálicas, lo cual reduce el peso, pero no el volumen. Aquí se proponen dos tipos de metasuperficies, ambas de espesor muy pequeño comparado con la longitud de onda, las cuales son capaces de realizar filtrado

angular. Una de las metasuperficies está compuesta de una cadena de anillos resonantes conectados entre sí. Cada anillo resonante es similar en forma al SRR (Split Ring Resonator) propuesto por Pendry en 1999, pero aquí han sido modificados para poder conectarlos unos con otros formando cadenas de SRRs. La otra metasuperficie está formada por cintas metálicas rectas que resuenan cuando la longitud de esta se iguala con la longitud de onda. Con el fin de que evitar la difracción por periodicidad, o lóbulos secundarios laterales, estos resonadores han sido deformados en forma de escalón periódico para conseguir así tener una celda unidad cuadrada mucho menor que la longitud de onda.

jdbaed@unal.edu.co

**Palabras claves:** filtro angular, metasuperficie.

GF2570

## **GENERALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE CORRIENTE DIRECTA Y ALTERNA MEDIANTE LOS TENSORES DE POTENCIA COMPLEJA E INSTANTÁNEA.**

*Freddy Alexander Torres Payoma - Universidad Nacional de Colombia  
Adriana Escobar Velandia - Universidad Pedagógica Nacional*

En el estudio de sistemas eléctricos de corriente directa (DC) y alterna (AC) se suelen recurrir a diversas técnicas deducidas de las leyes de Ohm y Kirchoff. Por otra parte, en sistemas eléctricos complejos se deben recurrir a técnicas avanzadas para la solución de identificar fallas, corrientes parásitas, etc., utilizando otras

técnicas tales como el uso de componentes simétricas y distorsión armónica total (THD) en voltaje y corriente. Sin embargo, dichos análisis se deben realizar por pequeños fragmentos de los circuitos y, por lo general, se desprecian algunas incertidumbres generadas por diversos factores exógenos a los elementos del circuito. El presente trabajo tiene como fin realizar un análisis tensorial de los sistemas eléctricos complejos para la corriente directa y alterna utilizando la teoría del tensor de potencia instantánea y el tensor de potencia compleja deducidos a partir del producto diádico entre la tensión y corriente determinando condiciones de fallas simétricas y asimétricas para un sistema eléctrico de potencia (SEP) de  $n$ -fases.

fratorrespa@unal.edu.co

**Palabras claves:** tensor de potencia instantáneo, tensor de potencia complejo, simétricos, asimétricos, análisis tensorial, sistemas eléctricos.

GF276P

## DISEÑO Y SIMULACIÓN DE ROBOT MÓVIL CON SISTEMA DE SUSPENSIÓN ROCKER-BOGIE

*Emmanuel Angel Cardona - Universidad Nacional de Colombia*  
*Hugo Daniel Torres Bahamon - Universidad Nacional de Colombia*

La implementación de robots en diferentes áreas humanas tales como la militar, industrial, espacial, agrícola etc. Ha crecido mucho en los últimos años. Un robot está compuesto por múltiples mecanismos, donde una característica importante en la familia de



los robots móviles, es la capacidad de desplazamiento. En las pasadas décadas uno de los mecanismos de desplazamiento que mejor desempeño ha mostrado es el sistema de suspensión tipo rocker-bogie pues este ofrece una serie de ventajas como buena tracción, gran capacidad de evadir obstáculos y alta estabilidad, pues el sistema permite una buena distribución de peso. Este sistema de suspensión está compuesto principalmente de dos partes, el rocker y el bogie. El término Rocker se refiere a las largas conexiones que hay a cada lado del sistema, estos rockers están conectados a través de un diferencial que ayuda a mantener el ángulo de paso entre los dos lados del robot, el rocker termina en un pivote conectado al bogie. Este último término hace referencia a las conexiones que tienen ensambladas una rueda en cada extremo final. El trabajo realizado se enfoca principalmente en el diseño y simulación de un robot móvil con sistema de suspensión rocker-bogie, de tal modo que tenga la capacidad de ascender por unas escaleras. El diseño funcional fue creado a partir de geometría euclidiana, física mecánica y metodologías de fabricación, adicional a esto se realizaron simulaciones en Solid Edge y SolidWorks. Actualmente se tiene el diseño fabricado de tal modo que las herramientas teóricas fueron puestas a prueba.

eangelc@unal.edu.co

**Palabras claves:** rocker, bogie, simulación, metodologías, diseño.

## FILTROS EN GUÍAS DE ONDAS ULTRACORTOS BASADOS EN RESONADORES DE RANURA SUBLAMBDA

*Laura M. Pulido-Mancera - Duke University*  
*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

En este trabajo se explora el uso de distintas ranuras gravadas sobre pantallas de metal para ser utilizadas como filtros muy delgados en guías de ondas en el rango de frecuencias de microondas. El interés de este trabajo radica en que el espesor de estos filtros es prácticamente cero, mientras que en filtros de guías de ondas convencionales suele utilizarse cavidades de tamaño similar a una longitud de onda, con lo cual se podría minimizar el volumen y peso de dispositivos de telecomunicaciones, especialmente de aquellos instalados en satélites. Particularmente, se utilizan ranuras con forma de anillo cortado y de espiral de varias vueltas. Este tipo de ranuras resonantes proporcionan filtros de alto factor de calidad. Se realiza un barrido de varios parámetros geométricos, demostrándose que existe un alto grado de sintonización de la frecuencia central del filtro mediante la modificación de la geometría. Por otro lado, se encontró un modelo sencillo basado en teoría de circuitos que es capaz de predecir desde la geometría el valor aproximado de la frecuencia de resonancia, lo cual permite un diseño ágil, que posteriormente podría ser acompañado de simulación numérica para poder centrar la banda de paso en el valor de frecuencia deseado. El estudio ha sido complementado con la realización de varios experimentos en los que las ranuras fueron

gravadas mediante chorro de agua sobre delgadas láminas de aluminio. Se midieron los parámetros de scattering a través de una guía de ondas cargada con dichas ranuras, caracterizando así las distintas bandas de paso. Se encontró un buen acuerdo entre simulaciones numéricas y experimentos.

jdbaenad@unal.edu.co

**Palabras claves:** filtro, guía de ondas, resonador de ranura.

GF299P

## **METASUPERFICIES PARA LA REDUCCIÓN DE LA REFLECTANCIA DE MICROONDAS ENTRE DOS MEDIOS DIELECTRICOS CON ALTO CONTRASTE**

*Julián D. Mateus - Universidad Nacional de Colombia*

*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

*Herbert Vinck - Universidad Nacional de Colombia*

Los metamateriales se han propuesto como un método para controlar la propagación de la radiación electromagnética a través del espacio. La reducción del espesor de dichos metamateriales a valores mucho menores que la longitud de onda de trabajo, ha dado lugar al tema de investigación de las metasuperficies, que abre una oportunidad para diseñar nuevas superficies y estudiar su respuesta electromagnética. En este trabajo se trabajó en el rango de frecuencias de microondas. Se estudió teóricamente la transmisión y la reflexión de microondas a través de una interfase entre dos medios dieléctricos con permitividades muy distintas entre sí, asistida por una metasuperficie colocada sobre la interfaz de los dos

medios o próxima a ella. Particularmente, mediante simulaciones numéricas se realizaron varios diseños que muestran el efecto sobre la transmisión y la reflexión de microondas desde vacío hacia un medio de permitividad relativa cercana a 80 (permitividad del agua a 1 GHz). Es importante notar que sin la presencia de la metasuperficie el coeficiente de reflexión sería alto ( $\rho=1-n/1+n$ , siendo  $n=\sqrt{\epsilon}$ ). Durante la presentación se mostrará como sí es posible diseñar una metasuperficie para reducir drásticamente la reflectividad de la interfase. Además, se estudió cuidadosamente el efecto de la variación de los parámetros geométricos de la celda unidad y de los materiales que la componen. Este tipo de estudios puede tener aplicaciones en diseño de antenas, en telecomunicaciones en espacios cerrados, en terapia física por calor como la diatermia y en radares de detección terrestre, para la reducción de la reflectividad de interfases con alto contraste de permitividad.

jdbaenad@unal.edu.co

**Palabras claves:** metasuperficie.

GF3040

## **DISEÑO DE UNA METODOLOGIA PARA LA PROSPECCION ARQUEOLOGICA MEDIANTE EL USO DEL PERFILADOR ELECTROMAGNETICO**

*Jorge Abel Castañeda Salazar - Universidad de Caldas*

Las Técnicas de inducción electromagnética (EM) en arqueología, se fundamentan en la interpretación de las propiedades magnéticas

(susceptibilidad y la conductividad) de los materiales del suelo estudiados; que al estar expuestos a campos magnéticos inducidos emiten señales diferentes como respuesta, para lo cual se realizó un reticulado que permitió así recolectar una serie de datos procesados en MAGMAP y SURFER para su correspondiente interpretación. Esta investigación diseña una metodología para la prospección arqueológica mediante el uso de un perfilador electromagnético, para esto se seleccionó un área con potencial de yacimiento arqueológico en el municipio de Victoria (Caldas). Se diseñaron y construyeron cuadrículas de 100m<sup>2</sup> con divisiones de cada 0,50 m en los ejes X y Z, que sirvieron como guía para pasar el equipo y registrar los datos, posteriormente se tomaron los datos con cada una de las frecuencias y después, se paso a la fase de exploración, para correlacionar los datos de anomalías electromagnéticas, con la presencia de material arqueológico. Se usó un método geofísico basado en el análisis de la conductividad electromagnética (EM) en el subsuelo, con un perfilador electromagnético EPM-400, el cual permite emitir ondas con frecuencias bajas que oscilan entre los (1,0-16) kHz, para la exploración arqueológica

jorge.castaneda\_s@ucaldas.edu.co

**Palabras claves:** conductividad, susceptibilidad, magnetismo, electromagnetismo.

FISICA Y REALISMO MAGICO GF313P

## ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DEL CLIMA

*Rodney Poveda Fernandez - Universidad Nacional de Colombia*  
*Astrid Baquero Bernal - Universidad Nacional de Colombia*

Existe un impacto directo sobre el género humano debido a su vulnerabilidad y exposición a fenómenos climáticos extremos. Este impacto depende de factores económicos, sociales, geográficos, demográficos, institucionales y culturales (entre otros), y varía tanto en el tiempo como en el espacio. Ejemplo: los asentamientos ubicados en zonas costeras, cerros y en zonas montañosas están expuestos y son vulnerables a los eventos climáticos extremos. Lo anterior es latente en países en desarrollo como Colombia. El objetivo principal de este trabajo es responder a la pregunta, ¿cómo están distribuidos espacialmente los extremos de temperatura y de precipitación sobre Colombia? La respuesta a esto se desarrollará mediante el uso de herramientas estadísticas que permitan el modelamiento y la inferencia de los procesos subyacentes a los datos.

rpovedaf@unal.edu.co

**Palabras claves:** climatología, eventos extremos, meteorología.

FISICA Y REALISMO MAGICO



**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS  
CLIMATOLÓGICAS, VALORES EXTREMOS Y  
BALANCES SUPERFICIALES DE AGUA Y ENERGÍA  
MEDIANTE DIVERSOS CONJUNTOS DE DATOS. PARTE  
I: CUENCA VERTIENTE DEL AMAZONAS  
COLOMBIANO**

*Carolina Valencia Monroy - Universidad Nacional de Colombia*

*Astrid Baquero Bernal - Universidad Nacional de Colombia*

Esta es la primera parte de una serie de dos partes que examinan las características climatológicas, los valores extremos de temperatura del aire y precipitación y los balances superficiales de agua y energía de dos cuencas vertientes que abarcan territorio de Colombia y sus países vecinos. Se tuvieron en cuenta los reanálisis ERA-40, ERA-Interim, NCEP/NCAR y NCEP-v2, el modelo regional del clima REMO y los datos reconstruídos Delaware, CPC, GPCP, CMAP y CMAP-v2. En comparación con las observaciones in situ, la mayoría de los conjuntos de datos evaluados subestima tanto la temperatura como la precipitación. Sin embargo, hay sobreestimación de ERA-40 y REMO para la temperatura y ERA-Interim y de REMO para la precipitación. Los conjuntos de datos con el ciclo anual más cercano al de las observaciones fueron ERA-Interim y Delaware para la temperatura y GPCP, Delaware y CPC para la precipitación.

carvalenciamon@gmail.com

**Palabras claves:** cuenca vertiente colombiana del río amazonas, balances superficiales de agua y energía, clima colombia.

GF3520

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS, VALORES EXTREMOS Y BALANCES SUPERFICIALES DE AGUA Y ENERGÍA MEDIANTE DIVERSOS CONJUNTOS DE DATOS. PARTE II: CUENCA VERTIENTE DEL CATATUMBO COLOMBIANO**

*Carolina Valencia Monroy - Universidad Nacional de Colombia  
Astrid Baquero Bernal - Universidad Nacional de Colombia*

La parte II del presente estudio se enfoca en la Cuenca Vertiente del Catatumbo Colombiano (CVCaC), evaluando y comparando varios conjuntos de datos en relación a la representatividad del clima, valores extremos de temperatura y precipitación y a los balances de agua y energía superficiales en la CVCaC. En particular, se comparan distintos estadísticos de los campos de temperatura del aire y precipitación provenientes de observaciones, de reanálisis y datos reconstruidos. También se comparan los campos que conforman los balances superficiales de agua y energía. La gran mayoría de los datos en rejilla sobreestiman la temperatura y la precipitación, salvo por REMO en el caso de la temperatura y los conjuntos reconstruidos CPC, CMAP, CMAP-v2 en el caso de la precipitación, pues subestiman estas variables. Los datos reconstruidos mostraron los mejores resultados para temperatura y precipitación. Los conjuntos de datos más cercanos



a las observaciones, en relación al ciclo anual son: Delaware para temperatura y CPC, Delaware, CMAP y CMAP-v2 para precipitación en este orden, aunque ninguno describió la tendencia bimodal de la precipitación en la cuenca. En relación al modelo regional del clima REMO y los cuatro reanálisis y a pesar de la sobreestimación, ERA-Interim hace una buena representación del ciclo anual tanto de la temperatura como de la precipitación.

carvalenciamon@gmail.com

**Palabras claves:** cuenca vertiente colombiana del río catatumbo, balances superficiales de agua y energía, clima colombia.

GF353P

## PROPIEDADES MULTIFRACTALES DE SERIES TEMPORALES GEOFÍSICAS

*Andy Rafael Dominguez Monterrosa - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

*José Rafael Narvaez Altamiranda - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

*Luisa Fernanda Molano Henrandez - Institución Universitaria Politécnico  
Grancolombiano*

En esta investigación llevamos a cabo un análisis multifractal de las series geofísicas de la ciudad Bogotá en el periodo 2010 a 2015. Extendemos el método propuesto por Jan Kantelhardt y H. Eugene Stanley (Kantelhardt JW, et al, 2002, Physica A, Vol 316, 1, 87-114) denominado Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (M DFA) para analizar propiedades multifractales de series no-estacionarias. Los resultados muestran un comportamiento

hiperbólico en la distribución de los exponentes generalizados de Hurst en función de órdenes de fluctuación para las anomalías (variaciones) de las principales series geofísicas estudiadas: temperatura, precipitación, humedad relativa, presión atmosférica y radiación, los cuales capturan las pequeñas y altas fluctuaciones de las variables geofísicas. Así mismo se obtiene el espectro de dimensiones fractales a través del formalismo termodinámico vía función de partición, que da cuenta del escalamiento de los exponentes de escalas obtenidos. Los anteriores resultados son discutidos en relación a los posibles mecanismos complejos subyacentes de la fluctuación temporal de la dinámica de las variables, y de la implicación que la multifractalidad podría sugerir para la construcción de modelos dinámicos del clima.

adomingu@poligran.edu.co

**Palabras claves:** multifractal detrended fluctuation analysis, exponentes generalizados de hurst, análisis multifractal.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DE PROPIEDADES ESTRUCTURALES, TRIBOLÓGICAS Y QUÍMICAS DE MULTICAPAS DE WC/WCN SINTETIZADAS POR MEDIO DE MAGNETRÓN SPUTTERING RF

*Miguel Santiago Ospina Arroyave - Universidad Nacional de Colombia, Sede  
Manizales; Laboratorio de Física del Plasma*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales;  
Laboratorio de Física del Plasma*

*Mauricio Arroyave Franco - Universidad Eafit, Medellín; Grupo de  
Electromagnetismo Aplicado*

*Rogelio Ospina Ospina - Universidad Industrial de Santander  
Javier Olaya - Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*

En este trabajo se presenta un estudio de las propiedades estructurales, tribológicas y químicas de recubrimientos multicapa de WC/WCN, las cuales fueron depositadas sobre sustratos de silicio y acero AISI-SAE 304 por medio de la técnica de magnetrón sputtering RF, variando el número de bicapas en 4, 6, 8 y 10 bicapas, manteniendo constante el espesor total de la película en 600 nm a una temperatura del sustrato de 300°C y presión de trabajo en 0,67 Pa para cada experimento. Se utilizaron métodos de caracterización como Difracción de Rayos X (XRD), Microscopía de Fuerza Atómica (AFM), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Espectroscopia de Fotoelectrones Emitido Por Rayos-X (XPS). Estas caracterizaciones arrojaron que el material tiene una matriz nano-cristalina en donde se observa una fase de carbón-nitrógeno de tungsteno y carburo de tungsteno. Se realiza un estudio morfológico y estructural comparativo entre los dos diferentes tipos de sustratos utilizados, en los cuales se puede observar una

diferencia en la rugosidad y formación de los nano-cristales del material para cada sustrato. Los análisis composicionales de XPS mostraron picos en donde se observan las bandas de valencia respectivas para la presencia de nitrógeno, carbón y enlaces carbón – nitrógeno. Las pruebas tribológicas mostraron buenas propiedades de adhesión y bajos coeficientes de fricción.

msospinaa@unal.edu.co

**Palabras claves:** multi capas, bi-capas, carbonitruo de tungsteno, xrd, xps.

GF3890

## CARCTERIZACIÓN DE LÁMINAS CON GRADIENTES MAGNETICOS UTILIZADAS PARA ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA EN PROCESOS DE COMPOSTAJE

*Leydi Yuliana Vargas Soto - Universidad de Caldas*

*Javier Ignacio Torres Osorio - Universidad Caldas*

*Sandra Montoya Barreto - Universidad de Caldas*

*Eduard Alexis Hincapie Ladino - Universidad Tecnológica de Pereira*

Para la estimulación magnética de sistemas de fermentación aeróbica termófila a escala piloto superiores con dimensiones que superen los metros, se requieren fuentes de tamaños que no se consiguen comercialmente. Por lo que se construyeron láminas magnéticas de (50.0 x 50.0) cm a partir de la unión de imanes dipolares de sección rectangular magnetizados a través del espesor, con dimensiones de (10 x 5) cm y (5 x 5) cm y espesor de 2.50 cm. Se determinó la distribución espacial de la densidad de flujo

magnético (B) para las láminas, hallándose las características espaciales de B para dos superficies de igual área, sobre el plano polar de las láminas a (4.0 y 8.0) cm. Las componentes  $B_x$  y  $B_y$  se midieron en cada plano paralelo a la superficie polar, usando pasos horizontales de 20.0 mm. Para lo que se usó un teslámetro digital FW Bell 5180 con sonda transversal y como sistema de posicionamiento bidimensional un router CNC con resolución de decimas de milímetro. Se encontró que las láminas utilizadas, presentan una fuerte variación de la magnitud y dirección de B para espacios del orden de milímetros, por lo que la homogeneidad del campo magnético en las regiones de interés para las láminas resultó ser relativamente baja. Lo que convierte este tipo de configuraciones en elementos magnéticos con una fuerte aplicabilidad para la estimulación de sistemas biológicos en los que se requieran gradientes de B hasta de decenas de mT/mm y cambios en la dirección.

javier.torres@ucaldas.edu.co

**Palabras claves:** imanes rectangulares; gradiente magnético; compost; caracterización; magnetobiología.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## CARACTERIZACIÓN ESPACIAL DE LA DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO EN BOBINAS DE RODIN OPERANDO EN DC

MAYRA VANESSA HERRERA RAMOS - Universidad de Caldas

Javier Ignacio Torres Osorio - Universidad de Caldas

Leonardo Antonio Sarrazola Bedoya - Universidad de Caldas

Las bobinas de Rodin son implementadas para desarrollar procesos relacionados con tratamiento magnético de sistemas biológicos, levitación y, alternativas en amplificación y transmisión inalámbrica de energía eléctrica. Debido a la escasa información teórica y experimental del comportamiento del campo magnético generado por la bobina de Rodin. Se determinó la distribución espacial de la densidad de flujo magnético ( $B$ ) en el entorno para dos bobinas de Rodin de dimensiones  $l_m=111$  mm,  $r_m=31$  mm y  $R_m=146$  mm y,  $l_m=55$  mm,  $r_m=15$  mm y  $R_m=73$  mm ( $l_m$ : espesor,  $r_m$ : radio menor y  $R_m$ : radio mayor). Se midieron las componentes perpendicular ( $B_z$ ) y paralela ( $B_p$ ) de  $B$  sobre la superficie polar y en el orificio de las bobinas, para caracterizarla en el volumen de interés para la aplicación de campos magnéticos. Para lo que se usó un teslámetro digital con sondas transversal y longitudinal y, como sistema de posicionamiento bidimensional un router CNC con resolución de 0.1 mm. Determinándose que los valores de las componentes de la densidad de flujo magnético  $B_p$ ,  $B_z$  y  $B$  presentan una baja dependencia con la posición, los cuales presentan valores máximos dentro del agujero del toroide y en la posición central entre el radio menor y mayor. Respecto al comportamiento del vector de campo magnético ( $B$ )  $\vec{}$ , este no

expone inversión de la dirección en el orificio. El uso de este tipo de fuente generadora de campo magnético permite contar con volúmenes de trabajo con homogeneidades superiores al 95 %, más grandes que los obtenidos con bobinas de Helmholtz o solenoides.

javier.torres@ucaldas.edu.co

**Palabras claves:** bobina rodin; campo magnético; gradiente magnético; caracterización.

GF3950

## ANÁLISIS DEL EFECTO DEL TRATAMIENTO MAGNÉTICO ESTÁTICO HOMOGÉNEO Y NO HOMOGÉNEO DE SEMILLAS DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) PARA OPTIMIZAR LA GERMINACIÓN

*Javier Ignacio Torres Osorio - Universidad de Caldas*

*Jeisson Meza Osorio - Universidad de Caldas*

*Nelson Ceballos Aguirre - Universidad de Caldas*

Se estudió el efecto de la estimulación magnética estática homogénea y no homogénea en semillas de tomate (*solanum lycopersicum L.*) y su potencial utilidad como herramienta de la bioingeniería aplicada al mejoramiento del cultivo. A partir de una revisión bibliográfica se determinaron los valores de densidad de flujo magnético que influyen en el desarrollo biológico de algunas especies vegetales de la familia Solanacea. Se expusieron semillas de tomate introducción silvestre 2131 a cincuenta dosis de tratamiento magnético, veinticinco dosis homogéneas y veinticinco

no homogéneas. Para las homogéneas se usó un electroimán GMW de núcleos circulares de 7.0 cm de diámetro, operando con densidades de flujo magnético (B) entre 1.0 mT y 100.0 mT, con homogeneidad de 99.2 % y a tiempos de exposición de (1.0, 3.0, 5.0 y 7.0) min. Para la generación de campo magnético no homogéneo se contó con un conjunto de imanes toroidales, con B nominal de 100 mT, en este tipo de experimento los tiempos de exposición fueron iguales a la exposición homogénea. Como respuestas se evaluaron el tiempo medio de germinación (TMG), la velocidad (V\_Ger) y tasa de germinación (G\_máx). Los resultados mostraron que los tratamientos magnéticos incrementaron significativamente ( $p < 0,05$ ) las variables analizadas. Se encontraron diferencias para cada tipo de exposición, en relación a la homogeneidad. El tratamiento de semillas de tomate con campo magnético estático intenso y homogéneo no tiene respuestas tan buenas como las de los tratamientos con campos que presentan gradientes magnéticos; es decir usando imanes toroidales.

javier.torres@ucaldas.edu.co

**Palabras claves:** homogeneidad magnética,tomate;velocidad de germinación;tiempo medio de germinación.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## MECANISMOS DE ACCIÓN FÍSICA PARA ATENUACIÓN DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EN PRODUCTOS DE PROTECCIÓN SOLAR HUMANA

*John Jairo Zuluaga Quintero - Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquía. Grupo de Física Industrial y de la Radiación, Medellín, Colombia*

*Alina Lucia Imbeth Luna - Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia*

Globalmente, solo hay dos materiales inorgánicos aceptados como filtros ultravioleta (pantalla solar):  $\text{TiO}_2$  y  $\text{ZnO}$ ; sus propiedades de atenuación en el rango de 190nm a 400 nm dependen del tamaño de partícula y a su vez el efecto residual al ser aplicado en formulaciones comerciales. En Colombia, al no existir una política pública o regulación de materiales con acción fotoprotectora, los avances en investigación en nuevos ingredientes no logran ser transferidos al mercado, para lo cual se buscan alternativas que potencien la acción de los actualmente permitidos, entre ellas los materiales considerados SPF BOOSTERS. En este trabajo, se exponen los mecanismos de acción que mejoran el factor de protección solar (SPF), además se diseñan y desarrollan dos formulaciones que son evaluadas in vivo según la metodología COLIPA, International Sun Protection Factor (SPF) Test Method, 2006. Se muestran los resultados hallados, para la primera muestra, que incluye  $\text{TiO}_2$  y  $\text{ZnO}$  no nanoparticulado, se encontraron valores de SPF de 8.7 en promedio y para la segunda muestra donde se verifica que el mecanismo usado es apropiado pues los valores

de SPF son mayores a 30 y menores que 45, indicando una atenuación de la radiación ultravioleta B del 96.66% y 97.66 %.

john.zuluaga@udea.edu.co

**Palabras claves:** sunscreen, spf, titanium dioxide, zinc oxide, spf boosters, ultraviolet radiation.

GF4550

## CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA E HIDRODINÁMICA DE LAS PLAYAS DEL CARIBE COLOMBIANO

*Margarita Guerrero - Universidad Del Norte*

*Luis Otero - Universidad Del Norte*

El estudio de las playas se realiza conociendo sus características morfológicas y la estimación de parámetros relacionados con la altura, amplitud, pendiente o perfil. La cuantificación de estas características, así como los cambios en los parámetros que las determinan permiten inferir sobre los procesos involucrados en la dinámica de la playa, (Zetina MCE 2008). Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se estableció la relación existente entre la forma de cada tramo del perfil de las playas del Caribe Colombiano, con los diferentes procesos hidrodinámicos allí presentes, de acuerdo a lo propuesto por Bernabeu, Inman y Dean. Se estableció una clasificación morfológica e hidrodinámica de las playas del Caribe Colombiano a partir de la formulación de perfil de equilibrio que mejor representa y se ajusta a las características hidrodinámicas y sedimentológicas. Se determinó que el estado morfodinámico predominante en el Caribe Colombiano fue

intermedio disipativa de tipo Barra Longitudinal y Seno, con sistemas circulatorios que pueden presentar beach – cusps en el frente de playa y rips débiles de acuerdo con la clasificación realizada por Wright y Short (1984), con una rotura del oleaje tipo voluta según el número de Iribarren.

yelene724@gmail.com

**Palabras claves:** perfil de equilibrio, morfología, hidrodinámica.

GF4650

## COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE REDUCCIÓN DE ESCALA DE REANÁLISIS DE OLEAJE

*Marco Jose Vega Fuentes - Universidad del Norte*

*Oscar Alvarez Silva - Universidad del Norte*

Debido a que Colombia no cuenta con suficiente información de oleaje para caracterizar la hidrodinámica y morfología de procesos costeros a escala local, es necesario evaluar alternativas para suplir esta escasez de información. En el presente estudio se realiza una reducción de escala espacial de oleaje utilizando tres metodologías diferentes: dinámica (simulación no estacionaria de oleaje en la frontera), estadística (simulación estacionaria de estados de mar representativos, seleccionados con un análisis de probabilidad conjunta) e híbrida (simulación estacionaria de estados de mar representativos, seleccionados con el algoritmo de máxima disimilitud y reconstrucción de la series con funciones radiales básicas), que tienen como herramienta numérica el modelo de oleaje SWAN. El objetivo es comparar las metodologías de

reducción de escala de reanálisis de oleaje, con el fin de identificar la metodología más fiable y funcional, evaluando la fiabilidad con índices de correlación estadística y la funcionalidad con base en la facilidad el manejo de la información y los tiempos de cómputo de cada metodología. Los resultados muestran que si bien la metodología dinámica es más fiable en la comparación a las otras dos esta requiere un alto tiempo computacional, mientras que las otras dos metodologías logran reproducir los datos de oleaje y el tiempo de cómputo relativamente bajo. Lo cual muestra que las metodologías de reducción de escala de oleaje donde se estudia el comportamiento numérico y estadístico de las variables del oleaje logran reproducir datos instrumentales, por otro lado son metodologías que no requieren de un tiempo de cómputo prolongado, lo cual las hace fiables y funcionales.

jvegam@uninorte.edu.co

**Palabras claves:** oleaje, reanálisis, reducción de escala, modelación, boyas virtuales.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **ESTUDIO TÉRMICO, ELÉCTRICO Y MORFOLÓGICO DE MEMBRANAS NANOESTRUCTURADAS BASADAS EN POLIVINIL ALCOHOL (PVA), QUITOSAN (CS), ÁCIDO HIPOFOSFOROSO H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub> Y OXIDO DE NIOBIO Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.**

*Tarwin Zuñiga - Universidad del Valle*

*Jesus Diosa - Universidad del Valle*

En Este trabajo estudiamos las propiedades térmicas, eléctricas y morfológicas de las membranas nanoestructuradas basadas en Polivinilalcohol (PVA), Quitosan (CS), ácido hipofosforoso (H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>) y Oxido de Niobio (Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Usando las técnicas de calorimetría de barrido diferencial (DSC), análisis termogravimétrico (TGA), espectroscopia de impedancia (IS) y Difracción de Rayos X (DRX) para caracterizar los sistemas poliméricos. Se estudiaron las combinaciones de PVA-Cs 80:20. Luego se dopó esta combinación con ácido hipofosforoso y óxido de niobio en busca de mejorar sus propiedades eléctricas, térmicas y estructurales en una combinación PVA-Cs 80:20+40%H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>+XNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> con concentraciones de X=0.02 hasta X=0.1, mostrando que la concentración X=0,06 presento mejor conductividad  $1.55 \times 10^{-2} (\Omega \text{cm})^{-1}$  a 30 °C. Para las medidas de DSC se observa que la Tg de las membranas PVA/Cs 80:20 está alrededor de 26 °C, para la membrana PVA/ Cs 80:20+40%H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>, alrededor de 95 °C y para todas las membranas dopadas con el Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se encuentra alrededor de 110°C.

tarwinzun@hotmail.com

**Palabras claves:** pva, quitosano, oxido de niobio.

GF485P

## **UN DIAGRAMA DE FASE PARA ANALIZAR LA EVOLUCIÓN DE EMISIONES ACÚSTICAS Y ELECTROMAGNÉTICAS GENERADAS DURANTE PROCESOS DE FRACTURA EN ROCAS.**

*Jorge Enrique Clavijo Ramirez - Escuela Colombiana de Ingeniería*

*Sandra Sánchez - Universidad de Nariño*

*Hongquian Wang - Institute of Geophysics China Earthquake Administration*

Los procesos de fractura en rocas (materiales frágiles) están gobernados por la generación y coalescencia de microfracturas. Durante su crecimiento cada microfractura genera emisiones acústicas (EA) o electromagnéticas (EEM) que permiten su detección. La energía (E) de estas emisiones abarca varios órdenes de magnitud y su representación está basada en la distribución estadística de los eventos acumulados, la cual obedece leyes similares a la relación de Gutenberg-Richter de terremotos y resalta el carácter crítico del proceso. Sin embargo, este análisis no permite distinguir la clase de fractura (tipos I, II o III) asociada con cada emisión, lo cual es fundamental para establecer los procesos presentes en el interior de la roca. En este trabajo proponemos representar la información estadística de la energía combinándola con la del tiempo de vida de la emisión (T) en un diagrama de fase E vs T. En este diagrama las EA asociadas con fracturas de tensión pura (tipo I) o de cizalla pura (tipos II y III) quedan representadas por curvas claramente distinguibles mientras que el resto de EA quedan contenidas en la región comprendida entre estas curvas. La

densidad de eventos sobre este espacio permite determinar los procesos dominantes en diferentes instantes de tiempo y además, ayuda a estudiar posibles relaciones entre EA y EEM de manera directa. Para evaluar esta propuesta usamos datos de EA y EEM obtenidos por nosotros durante procesos de carga en muestras de granito. Los resultados obtenidos pueden contribuir a determinar la relación entre EA y EEM, tema de debate en el estudio de precursores de fracturas y terremotos.

jorge.clavijo@escuelaing.edu.co

**Palabras claves:** emisiones acústicas, emisiones electromagnéticas, fracturas, materiales frágiles, diagrama de fase.

GF5190

## **CÁLCULO DE PÉRDIDA DE ENERGÍA DE MUONES QUE INTERACTÚAN CON DIFERENTES TIPOS DE ROCA: APLICACIÓN AL VOLCÁN CERRO MACHÍN PARA EL PROYECTO MUTE, EN EL RANGO DE ENERGÍA DE 1-10000 GEV.**

*Lina Vanessa Girón Lozano - Universidad del Tolima*

*Humberto Bustos Rodríguez - Universidad del Tolima*

*José David Sanabria Gómez - Universidad Industrial de Santander*

*Luis Alberto Nuñez de Villav Martínez - Universidad Industrial de Santander*

El complejo volcánico Cerro Machín es un volcán localizado en la cordillera central de Colombia, con actividad sísmica constante, lo cual lo cataloga como un volcán activo y uno de los más peligrosos

del país, debido a la cercanía de diferentes municipios y capitales de dos departamentos (Quindío y Tolima), es objeto de monitoreo constante por parte del Servicio Geológico Colombiano, cualquier información confiable relacionada con su estructura interna es muy importante. Se presentarán cálculos de pérdida de energía por muones atravesando diferentes tipos de roca y adaptación de tablas que muestran las pérdidas de energías por diferentes procesos químicos para roca estándar a roca con composiciones químicas específicas del volcán Cerro Machín. A partir de la caracterización del tipo de roca perteneciente al volcán Cerro Machín se realiza un algoritmo para calcular los parámetros que definen la energía del muón al atravesar un material (roca) con composiciones químicas y densidad diferente a la roca estándar. Se utilizarán diferentes métodos teóricos y se desarrollarán diferentes algoritmos para encontrar la cantidad de energía perdida por ionización y por efectos de radiación como Bremsstrahlung, producción de pares e interacciones nucleares a diferentes energías con las que los muones posiblemente entran en el material.

lina.giron4@gmail.com

**Palabras claves:** muón, bremsstrahlung, telescopio de muones.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## **SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS COMO PARTE DE LA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

*Carlos Eduardo Cuéllar Santanilla - Universidad Surcolombiana  
Cristian Leonardo Gutiérrez Cuéllar - Universidad Surcolombiana*

La preocupación por el cambio climático y la alta contaminación que presentan las fuentes hídricas, está llevando a que se despierte el interés de buscar formas limpias con el medio ambiente para aprovechar el agua de las lluvias. En el país, en diferentes regiones, la pluviosidad oscila entre 500 mm a 12000 mm de agua anual en casos extremos, y normalmente el promedio de las precipitaciones se encuentran entre 1000 mm y 4000 mm. Por ende se propone implementar modelos prácticos, de los cuales uno de estos modelos tiene estructura similar a las carpas de perímetro cuadrado desarmables, que regularmente colocan en eventos feriales, pero la inclinación de esta carpa va en forma invertida, formando una especie de tolva. Esta estructura permite que sea desmontable y portátil lo que facilita guardarla en tiempos de sequía, minimizando la contaminación causada por diferentes agentes ambientales (viento, hojas secas, estiércol de animales, entre otros) logrando así que la superficie por donde escurre el agua se mantenga lo más limpio posible disminuyendo costos como la implementación de filtros, mallas y otros elementos de tratamiento que se utilizan en modelos fijos. El material de que está hecha la estructura metálica es de tubos de aluminio y el recolector de impermeable de vinilo, lo que hace al modelo liviano. Tener agua menos contaminada

posibilita la implementación de su uso, incluso como parte del consumo humano en situaciones de emergencia generadas por el colapso de acueducto o contaminación de éstos en épocas lluviosas. El almacenamiento del agua recogida se realiza en tanques desarmables de PVC de lona plegable que poseen tapas para evitar contaminación y proliferación de plagas que utiliza agua limpias (zancudos). El otro modelo tiene la estructura de paraguas de forma invertida, realiza la misma función del anterior sólo que es práctico para personas que hacen camping porque su tamaño permite ser transportado en el equipamiento. El recipiente para almacenar es inflable y de capacidad 5 litros. El prototipo construido tiene dimensiones de aproximadamente 4 m<sup>2</sup> por 2 m de alto, el cual ha permitido recoger, dependiendo de la intensidad de la lluvia, entre 12 y 52 L.

guti\_cuellar@hotmail.com

**Palabras claves:** aguas lluvias, fuente, recolección, almacenamiento.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## LA FÍSICA APLICADA A LOS ANÁLISIS DE MATERIALES ARQUEOLÓGICOS: EL CASO DEL ARTE RUPESTRE COLOMBIANO

*Guillermo Muñoz - Gipri, Colombia*

*Judith Trujillo Téllez - Departamento de Física, Universidad Pedagógica  
Nacional; Gipri, Colombia*

En las últimas décadas la interdisciplinariedad ha sido un aspecto bastante relevante para el estudio de los materiales arqueológicos. Este es el caso del arte rupestre, aunque en el país las investigaciones en estos temas apenas comienzan, se han podido realizar grandes avances en el conocimiento de las técnicas y manejos de materias primas utilizados por los pueblos pintores precolombinos. Con la ayuda de la fluorescencia y difracción de rayos X, la espectroscopia Infrarroja y Raman, la microscopia electrónica (SEM/EDS) se han logrado reconstruir los procesos de elaboración de los pigmentos utilizados en las pinturas rupestres, de algunas zonas geográficas del país. Esto es lo que se denomina en arqueología la cadena operatoria, que hace referencia a intentar reconstruir todos los procesos llevados a cabo para obtener los materiales utilizados en la elaboración de las pinturas rupestres; el reconocimiento de las posibles materias primas, su localización, las recetas implementadas y las diferentes formas para aplicarlas en las paredes rocosas. Esta ponencia quiere mostrar una panorámica de estos estudios físicos y químicos tan importantes para el reconocimiento de nuestras raíces culturales.

judithtt@gmail.com

**Palabras claves:** arte rupestre, arqueología, física aplicada, espectroscopia, drx, frx.

GF628P

**MODELADO Y SIMULACIÓN DEL CAMPO  
ELECTROMAGNÉTICO EN LA REGIÓN CARIBE  
PRODUCIDA POR LA ACCIÓN DE LAS TORMENTAS  
ELÉCTRICAS.**

*Luis Eduardo Cortes Rodríguez - Universidad de Cartagena*

*Santiago Cortes Ocaña - Universidad Antonio Nariño*

*Ricardo Vivas Reyes - Universidad de Cartagena*

La actividad de tormenta en gran parte del mundo afecta de manera directa al ser humano, generando consecuencias como la muerte a través de lesiones y descargas producidas. En Colombia existe una tasa de mortalidad de 1.78 por millón debido al fenómeno de descarga eléctrica (Norberto, N, et al., 2009). Los sistemas de protección contra rayos, redes de transmisión y de potencia, se han diseñado a partir de estándares de países del norte como son Estados Unidos y la Unión Europea, donde su latitud, condiciones y aspectos medio ambientales (normas IEC e IEEE), afectan directamente en la operación de equipos que se exponen a condiciones electromagnéticas de la región diferentes (Tinglong Zhang, et al., 2009). Hoy en día muchos estudios de predicción y construcción de modelos para rayos y su localización a tiempo, han utilizado la medida de nivel cerámico, ubicando diferentes regiones de Colombia con un alto grado de rayos convertidos en tormenta promedio que suceden diariamente en un año (Aranguren, D, 2004). Este trabajo investigativo propone modelar el área

específica de Colombia, ubicada al norte del país, específicamente la ciudad de Cartagena de Indias, basado en simulación realizada en Comsol Multiphysics® a través del sólido reconstruido mediante SolidWorks®, presentando el modelado del campo electromagnético producido por diferentes configuraciones eléctricas (dipolo eléctrico y carga puntual). Finalmente se cuantificará la influencia del relieve a una altura de 0 m.s.n.m en comparación con la orografía del Valle de Aburrá al noroeste de la región de Antioquia, permitiendo definir estrategias que ayuden al estudio posterior del impacto y prevención de las descargas existentes en el área de Cartagena y sus alrededores.

lcortesr@unicartagena.edu.co

**Palabras claves:** nivel cerámico, rayo, modelación, campo electromagnético, comsol multiphysics, prevención, solidworks.

IM25P

## **MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOMOS DE BOVINO ALMACENADOS EN EMPAQUES INTELIGENTES**

*Adrián José Gonzalez - Universidad del Quindío*  
*Angel Janeth García Salcedo - Universidad del Quindío*  
*Kelly Johana Figueroa López - Universidad del Quindío*  
*Olga Lucía Torres Vargas - Universidad del Quindío*  
*Hernando Ariza Calderón - Universidad del Quindío*

Un conjunto de sensores flexibles, uno voltamétrico, denominado “Tipo 1” y otro impedométrico, “Tipo 2” para la determinación de variables fisicoquímicas en alimentos como pH, contenido de humedad ( $X_w$ ), permitividad ( $\epsilon$ ), conductividad ( $\sigma$ ) y factor de

calidad (Q), fueron diseñados y elaborados para su aplicación en empaques inteligentes. Su fabricación se realizó mediante métodos manuales de electrónica impresa, aplicando capas sucesivas de tintas conductoras de plata, carbón y polímeros conductores (polianilina o PANI) sobre un sustrato de papel vinílico adhesivo, según cada diseño en particular. Los sensores fueron probados sobre muestras de carne fresca de lomo de bovino (*longissimus dorsi*), empacados en películas bioactivas, selladas y refrigeradas a 4°C por 30 días, durante los cuales se midió su voltaje e impedancia en frecuencias entre los 100Hz y 10kHz. Los modelos de regresión aplicados permitieron identificar relaciones entre el voltaje medido en los sensores Tipo 1 y el pH de las muestras de los lomos almacenados, obteniendo una correlación lineal  $R^2=0.8216$ . En el sensor Tipo 2 se obtuvieron correlaciones entre el factor de calidad Q a 100Hz y la humedad  $X_w$  con un  $R^2=0.8977$  y se detectaron cambios en las propiedades eléctricas ( $\epsilon$ ,  $\sigma$ ) de los lomos durante el almacenamiento. Estos resultados constituyen un primer indicio para la obtención de sensores portables a nivel industrial, aplicables en el monitoreo de la calidad de los alimentos durante el almacenamiento.

heariza@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** electrónica impresa, empaques inteligentes, lomo de bovino, sensores.

## IMPLEMENTACIÓN EXPERIMENTAL DE UN DISPOSITIVO AUTOMATIZADO DIP- COATING POR SOL/GEL PARA EL DEPÓSITO DE PELÍCULAS DELGADAS

*Laura Andrea Florez Bedoya - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Laura Estefanía Mora Joaqui - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Beatriz Cruz Muñoz - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Rubén José Dorantes Rodríguez - Universidad Autónoma Metropolitana -Unidad  
Azcapotzalco*

*Sebastián Ospina Castro - Tecnoparque SENA- Nodo Pereira*

El proceso Dip Coating Sol-Gel como técnica de deposición ha tenido un amplio desempeño en la producción de materiales y sus diferentes aplicaciones, ya sea en el campo de la óptica, electrónica entre otros. Este método consiste en sumergir un sustrato durante un tiempo determinado en una solución coloidal (recubrimiento) y posteriormente retirarlo bajo parámetros establecidos de velocidad y tiempo de extracción. Estos parámetros permiten controlar en las capas depositadas las características eléctricas, mecánicas y ópticas deseadas. En este trabajo se presenta el diseño y construcción de un equipo automatizado de deposiciones peliculares, el cual estará destinado inicialmente al estudio de películas selectivas sobre superficies metálicas, cuyo fin radica en capas absorbedoras para colectores solares térmicos. Durante la aplicación de la metodología de validación del equipo en diferentes tamaños y materiales (cartón y acrílico), se establecieron los estándares de construcción (aislamiento eléctrico, accesibilidad para mantenimiento y tipo de control), parámetros electrónicos y

mecánicos (fuentes de alimentación, manejo de engranajes y diferentes acoples), materiales finales de construcción de estructura y soportes, dimensiones globales, sistema de movimiento, componentes electrónicos y unidades de transmisión de movimiento (correas, poleas, rodamientos y piñones). Los planos del soporte, análisis de estabilidad, vida útil, diseño de la tarjeta electrónica y el circuito electrónico funcional del equipo se realizaron usando software de diseño tanto mecánico y electrónico: SolidWorks, Eagle y Proteus respectivamente. Finalmente, se construyó una máquina Dip-Coating en acero AISI 304 con dimensiones de 70x51 cm, que funciona en el rango de velocidades de inmersión-extracción comprendido entre 1-30 cm/min.

florezlaura@utp.edu.co

**Palabras claves:** automatización, dip-coating, sol-gel.

IM720

## **IMPACTO DE FACTORES INSTRUMENTALES EN LA RESOLUCIÓN DE IMÁGENES EN MICROSCOPIOS ELECTRÓNICOS DE BARRIDO**

*John William Sandino del Busto - Universidad Nacional de Colombia*

*Fabian Vargas Padilla - Universidad Nacional de Colombia*

Debido al interés que se profesa actualmente en conocer la estructura de los materiales con los que se trabaja en investigación, los microscopios electrónicos de barrido se han convertido en una herramienta fundamental de análisis. Por ello se convierte en un factor determinante, el conocer la resolución de las micrografías



adquiridas [1]. En este trabajo se halla el valor de resolución de una micrografía por medio de dos métodos: el uso de la función transformada de Fourier, la cual brinda información del valor de resolución en relación con la distribución de frecuencias espaciales de la micrografía y el otro mediante el uso de la función de correlación cruzada; ésta realiza una comparación entre dos micrografías obtenidas secuencialmente de la misma área de la muestra y con base en qué tan parecidas son las micrografías se obtiene el valor de resolución [2]. Las micrografías utilizadas para este trabajo fueron obtenidas mediante el uso de microscopía electrónica de barrido en un microscopio TESCAN Vega 3, en las cuales se variaron condiciones de operación del instrumento como: distancia de trabajo, intensidad del haz, magnificación, astigmatismo y voltaje de aceleración para los electrones. El valor de resolución de las micrografías y la comparación entre los métodos utilizados se logra mediante rutinas (scripts) en el programa Digital Micrograph de la compañía Gatan [3]; ajustando parámetros para que los valores de resolución obtenidos por cada rutina sean consistentes. Posteriormente, se hacen estudios de los parámetros instrumentales en SEM en función de la resolución, los resultados dan de acuerdo a la teoría descrita en la literatura [4].

Bibliografía [1] D. J. Smith, "Progress and problems for atomic-resolution electron microscopy," *Micron*, pp. 504-508, 2012. [2] D. C. Joy, Y. U. Ko and J. J. Hwu, , "Metrics of resolution and performance for CD-SEMs," pp. 108-114. [3] Gatan, "Digital Micrograph Microscopy Suite 2.3," Pleasanton, CA USA, 2010. [4] L. Reimer, *Scanning Electron Microscopy Physics of Image Formation and Microanalysis*, Springer, 1998.

**Palabras claves:** resolución, microscopía electrónica de barrido, transformada de fourier, función de correlación cruzada, anchura a media altura, micrografía.

IM1040

## VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE NIVELES DE INTENSIDAD DE CEM-NI EN AMBIENTES DOMÉSTICOS

*Luis Enrique LLamosa Rincón - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Marilyn Medina Pacheco - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Daniela Mesa Lotero - Universidad Tecnológica de Pereira*

Los hogares modernos contienen diversidad de electrodomésticos, múltiples equipos de telecomunicación e instalaciones eléctricas que son imprescindibles para la vida cotidiana, estos dispositivos emiten cierta cantidad de radiación no ionizante de alta y baja frecuencia, la cual puede ser monitoreada de manera detallada para prevenir posibles efectos en la salud de las personas y del entorno que los rodea. En este trabajo se diseñaron e implementaron protocolos de medición para verificar y certificar los niveles de intensidad de campos electromagnéticos no ionizantes (CEM-NI) de altas y bajas frecuencias en ambientes domésticos, acordes con las normativas nacionales e internacionales existentes. En Colombia no se cuenta con organismos acreditados que realicen la verificación y certificación de los niveles de radiación para ambientes públicos y en especial para ambientes domésticos, aunque se conozca la normativa al respecto. Los protocolos que se diseñaron e implementaron fueron elaborados con base en la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de

los laboratorios de ensayo y calibración”; además se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la INIRP, organización que proporciona orientación científica y recomendaciones sobre el control y protección ante la exposición de CEM-NI; también considerando la norma GTC-51 equivalente a la GUM para el cálculo de las incertidumbres; la implementación de los protocolos fue realizada en un conjunto de hogares de la ciudad de Pereira. El presente trabajo forma parte de los objetivos de un macro proyecto de investigación titulado “Metrología electromagnética – Medición de campos electromagnéticos no ionizantes en ambientes domésticos y hospitalarios”, liderado por el grupo de electrofisiología de la Universidad Tecnológica de Pereira.

marilynn2996@utp.edu.co

**Palabras claves:** ambientes domésticos, campos electromagnéticos, metrología, radiaciones no ionizantes.

FISICA Y REALISMO MAGICO



**DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE DENSIDAD EN MUESTRAS DE ARENA CON RETRODISPERSIÓN GAMMA COMO PARTE DEL ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES SUELOS PARA LA DETECCIÓN DE AEI (ARTEFACTOS EXPLOSIVOS IMPROVISADOS)**

*Adriana Lorena Serrano Sánchez - Universidad Nacional de Colombia  
Luis Fernando Cristancho Mejía - Universidad Nacional de Colombia*

El Grupo de Física Nuclear de la Universidad Nacional GFNUN desarrolla un programa que involucra la investigación de las propiedades del suelo (humedad y densidad) y simultáneamente ha promovido el trabajo investigativo sobre los instrumentos nucleares utilizados para determinar dichas propiedades. Como parte de esta última investigación se propone desarrollar un método para la determinación de la densidad de muestras de arena con la retrodispersión gamma. La transmisión y retrodispersión de los rayos gamma se han utilizado para estudiar las propiedades del suelo, tales como su coeficiente de atenuación, densidad y humedad. Últimamente, se han realizado grandes esfuerzos en el uso de la retrodispersión de rayos gamma para la detección de materiales orgánicos, Artefactos Explosivos Improvisados (AEI) enterrados en el suelo. Dado que cada vez es más común encontrar AEI sin ningún contenido de metales, es necesario desarrollar rápidamente métodos destinados a detectar variaciones en el contenido orgánico del suelo con métodos nucleares. El cálculo de la densidad total, se sustenta en la interacción de los rayos gamma

provenientes de una fuente radiactiva de  $^{137}\text{Cs}$  y los electrones orbitales de los átomos del que está compuesto el material. Esta interacción es percibida por un detector de NaI situado a corta distancia de la fuente emisora al material a medir. El número de electrones presente por unidad de volumen de suelo es proporcional a la densidad de éste, por ende, es posible correlacionar el número relativo de rayos gamma dispersos con el número de rayos detectados por unidad de tiempo, el cual es inversamente proporcional a la densidad húmeda del material.

alserranos@unal.edu.co

**Palabras claves:** rayos gamma, retrodispersión, transmisión, densidad, arena.

IM132P

## PROTOTIPO SIMULADOR DE SEÑALES ELÉCTRICAS PARA EL MONITOREO DE ELECTROENCEFALÓGRAFOS

*Freddy Alejandro Chaurra Gutierrez - Universidad Tecnológica de Pereira*  
*Jorge Iván Castaño Correa - Universidad Tecnológica de Pereira*

Introducción: La evaluación periódica de los instrumentos para medir la actividad eléctrica cerebral (Electroencefalógrafos) es de suma importancia para garantizar el correcto funcionamiento del equipo, con lo cual se pretende minimizar los errores de diagnóstico, brindándole seguridad a los especialistas médicos acerca de las mediciones realizadas de la actividad eléctrica cerebral. Para este fin se recomienda el uso de un dispositivo

simulador de señales eléctricas dentro de la evaluación periódica que permita determinar el funcionamiento del equipo. Objetivo: Diseñar, construir e implementar un prototipo generador de señales eléctricas que permita hacer seguimiento del funcionamiento de electroencefalógrafos basándose en normas establecidas para el aseguramiento metrológico de equipos electromédicos. Metodología: Para el diseño del prototipo es necesario generar señales patrones con características, en frecuencia y amplitud, similares a las ondas cerebrales, las cuales serán generadas haciendo uso de un Arduino Due. Posteriormente, a través de una interface de conexión entre el prototipo y el electroencefalógrafo se enviará la señal patrón para la evaluación del equipo. Resultados: Generación de señales patrón, utilizando un Arduino Due, con características, en frecuencia y amplitud, similares a las ondas cerebrales. Conclusiones: Para determinar si los electroencefalógrafos tienen un estado de funcionamiento adecuado se tiene que controlar los procesos de medición de cada una de las magnitudes biomédicas que intervienen en el instrumento, a través de un correcto seguimiento; de ahí la importancia de la metrología para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos usados en el sector salud.

chaura@utp.edu.co

**Palabras claves:** electroencefalógrafo, equipo electromédico, aseguramiento metrológico, seguimiento, arduino.

## **DISEÑO DE SEGUIDOR SOLAR PARA ADQUISICIÓN DE DATOS DE RADIACIÓN**

*Hugo Daniel Torres Bahamon - Universidad Nacional*  
*David Alejandro Salazar Paz - Universidad de Antioquia*

Un seguidor solar en inglés sun tracker es un dispositivo empleado en diferentes campos de la ingeniería. Como su nombre lo indica, es un aparato capaz de seguir la posición del sol durante el día y entrar en modo stand by durante la noche. El seguidor solar para su algoritmo de funcionamiento utiliza coordenadas, que obtiene a través de un GPS y realiza un proceso de conversión astronómico para generar la posición exacta del Sol por medio de dos ángulos: altura y acimut. Una aplicación particular de este tipo de dispositivos se da en las estaciones climáticas; particularmente para medir la radiación solar directa y difusa. Este tipo de datos son utilizados, por ejemplo, en diseños de edificios sostenibles y para la planeación de proyectos solares. Para el caso de Colombia, solo se mide directamente la radiación solar global, que es la suma de las dos anteriores, y es por eso que medirlas de manera independiente se convierte en objeto de interés para la implementación de diversos proyectos. En la Universidad Nacional se contaban con dos instrumentos necesarios para realizar estas mediciones, sin embargo, no se contaba con la tecnología de seguimiento solar ni la instrumentación necesaria para adquirir los datos de éstos; con éste objetivo se planteó el proyecto de construir y desarrollar el seguidor solar y la instrumentación necesaria para la puesta a punto de una pequeña estación climática capaz de medir

estos dos tipos de radiación. Actualmente el proyecto está en una fase de prototipado, cuenta con la instrumentación y con un diseño piloto del seguidor.

hdtorresb@unal.edu.co

**Palabras claves:** seguidor solar, altura, azimut, estación climática, radiación solar, instrumentación.

IM1350

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO QUE CONTROLA REMOTAMENTE UN DISPOSITIVO ELÉCTRICO CON LAS SEÑALES ELÉCTRICAS DETECTADAS EN MÚSCULOS**

*Juan David López - Universidad Nacional  
Luis Gonzalo Vargas - Universidad Nacional*

Las señales eléctricas provenientes de movimientos musculares se generan a partir de la transferencia de calcio entre las células y el medio en el que se encuentran, produciendo diferencia de potencial de alrededor de 50uV que activan las miofibrillas que detonan el movimiento muscular. En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema que detecta las señales electromotoras de pronación y supinación, las procesa y emite una señal vía bluetooth con la cual se controla dispositivo eléctrico. El dispositivo está constituido de un bloque con un amplificador de instrumentación y un filtro pasa-banda, los cuales procesan la señal y la pasan a una etapa micro-controlada, donde un ADC arroja un valor digital que es empaquetado y enviado inalámbricamente mediante un módulo



bluetooth a un receptor ubicado en un dispositivo remoto; allí se recibe la señal y en otro bloque micro-controlado se procesa para determinar la operación a realizar.

jdlopezq@unal.edu.co

**Palabras claves:** miofibrilla, señal eléctrica, muscular.

IM167P

## **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN AUTOMATIZADO DE VELOCIDAD DE VIENTO, PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y TEMPERATURA**

*Hugo Armando Arrieta Caraballo - Universidad de Córdoba*

*Juan Manuel Oviedo Cueter - Universidad de Córdoba*

*Julio Cesar Madera Yances - Universidad de Córdoba -*

Se diseñó y construyó un sistema automatizado de bajo costo para la medición de velocidad de viento, presión atmosférica y temperatura, el cual puede ser utilizado para la determinación del potencial eólico en una zona de interés. El anemómetro está provisto de un mecanismo óptico formado por un disco ranurado y una barrera óptica que entrega 20 pulsos de voltaje de niveles TTL por vuelta, característica que le confiere una mayor sensibilidad y velocidad de respuesta al anemómetro. La veleta diseñada es también de tipo óptico y suministra un voltaje analógico de salida asociada con la dirección del viento. Medidas de presión atmosférica y temperatura, son obtenidas en forma digital a partir del sensor BMP 180. La señal proveniente de los sensores es enviada a una etapa de adquisición y procesamiento de datos

implementado con una tarjeta Arduino Uno, con la cual se obtienen los valores de las variables medidas. El sistema construido presenta características similares a los sistemas comerciales destinados para tal fin y permite el almacenamiento y procesamiento de datos con un tiempo de muestreo y de almacenamiento configurable por el usuario.

harmando128@gmail.com

**Palabras claves:** instrumentación electrónica, adquisición de datos.

IM178P

## **DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL EN LAS PRACTICAS DE LABORATORIO, LA DOCENCIA Y LA INVESTIGACIÓN**

*José Rafael Narvaez Altamiranda - Institución Universitaria Politécnico  
Gracolombiano*

*Cesar Augusto Quiñones Segura - Institución Universitaria Politécnico  
Gracolombiano*

*Andy Rafael Domingez Monterrosa - Institución Universitaria Politécnico  
Gracolombiano*

En este trabajo se describe el procedimiento formal para diseño de un equipo de medición basado en instrumentación virtual y electrónica para estudiar un sistema físico con aplicaciones para la investigación y la docencia usando como lenguaje de programación gráfica Labview2016. Además, se muestra la aplicación de esta metodología en el diseño de prácticas de laboratorio para el estudio

de la cinemática y otra aplicación en una estación de monitoreo ambiental, La metodología diseñada establece el procedimiento para la elección del sensor más adecuado dependiendo de las características de sistema físico y de adquisición de datos, definiendo los aspectos teóricos y de instrumentación necesarios para no solo realizar una medición sino además analizar, analizar y presentar los datos.

jnarvaez@poligran.edu.co

**Palabras claves:** instrumentación virtual, instrumentación electrónica, simulación de sistemas físicos.

IM187P

## PROTIPO CNC PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PCB'S UTIL PARA LABORATORIOS DE FÍSICA APLICADA

*Johan Mateo Castellanos Pinzon - Universidad Nacional de Colombia Sede  
Medellín*

*Manuel Jaramillo Gaviria - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín  
Fredy Edimer Hoyos Velasco - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín*

Se presenta el diseño y construcción de un prototipo para fabricar PCB'S con el propósito de soportar los procesos de elaboración de circuitos impresos en ingeniería física más específicamente en proyectos de los cursos de: talleres, instrumentación, electrónica digital, analógica, robótica y física aplicada. Este prototipo experimental se construyó como proyecto de investigación dentro del programa de Ingeniería Física de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. El desarrollo del prototipo se llevó a

cabo a en tres partes. Se construyó un modelo mecánico el cual se realizó por medio del software CAD Solid Edge ST9 y mecanizaron las piezas necesarias en colaboración con el laboratorio de diseño mecánico de la Universidad Nacional Sede Medellín utilizando un torno, fresadora y algunas máquinas electro-manuales. Adicionalmente se diseñaron y se imprimieron en 3D algunas piezas. Simultaneo a ello, se diseñó y construyó un circuito analógico que permitiera controlar las revoluciones del motor encargado de realizar los cortes (Spindle). Y finalmente la parte de automatización y procesamiento digital se realizó en la plataforma Arduino, con el soporte de componentes como una CNC Shield y algunos drivers A4988 para poder entregar potencia a 3 motores paso a paso. El sistema tiene control total de tres ejes (x,y,z) para poder ubicarse en el espacio y adicionalmente realizar los cortes que se programan previamente en el computador. Una de las necesidades de la construcción del sistema es la idea de optimizar el proceso de diseño y construcción de los circuitos impresos en los proyectos universitarios. En contraste con el método de ataque químico, el prototipo no expone al usuario a ningún riesgo en la salud y es amigable con el medio ambiente. Este trabajo fue soportado por los proyectos de investigación: HERMES 34671 y 36911 de la DIME.

fehoyosve@unal.edu.co

**Palabras claves:** prototipo experimental, fabricar pcb's, automatización con arduino, diseño en solid edge, motores paso a paso.

## PFAL INSTRUMENTATION AND CONFIGURATION USING LED ARTIFICIAL LIGHTING

*Daniel Jaramillo Pabon - Universidad Nacional de Colombia*  
*Alcides de Jesús Montoya Canola - Universidad Nacional de Colombia*  
*Luis Gonzalo Vargas Quiroz - Universidad Nacional de Colombia -*

Crop production is increasingly by unusual weather, water shortages, and insufficient available land. The term “plant factory with artificial lighting (PFAL)” refers to a plant production facility with a thermally insulated and nearly airtight warehouse-like structure. LEDs are increasingly being used in recently built PFAL owing their compact size, low lamp surface temperature, high lighting efficiency, and broad light spectra. Our experiments shown an special LED configuration and PFAL instrumentation for the beans production. The optics, electronics and instrumentation of the system shown promising results and optimal behavior in the PFAL production of high protein food. The assembly of the PFAL took place in a dark room where a vertical crop was built. The instrumentation of each level consisted on systematized controls of temperature, humidity (controlling pH and solution conductivity), watering and energy expenditure. In addition, optics were used to transport sunlight into the dark room in order to compare its results respect to LEDs. Plants that obtained the highest absorption of light were those which were illuminated with wavelengths between 400nm-500nm and 600nm-700nm, these beans showed an increment in its biomass.

djaramillo@unal.edu.co

**Palabras claves:** leds, pfal,instrumentation, optics, electronics.

IM204P

## CONFIGURACIÓN DE UN REFLECTÓMETRO ANGULAR

*Daniel Ricardo Montaña Parra - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*  
*Cesar Herreño Fierro - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

El estudio óptico de materiales no sólo ha permitido comprender mejor sus propiedades, sino también aprovecharlas con fines tecnológicos. Para dicho fin, se hace necesario el uso de diferentes métodos y técnicas experimentales. La reflectometría, es de forma general uno de los métodos más usados, dado que a través del análisis de la reflexión de la luz sobre materiales, y su relación con la incidencia de la misma (reflectancia) es posible estudiar diversos fenómenos y propiedades ópticas que caracterizan un material. El montaje usado es conocido como reflectómetro que consiste principalmente en una fuente de luz láser, una configuración de distintos filtros que permiten ajustar la polarización e intensidad del haz, y dos detectores (fotodiodos) que miden la intensidad de los haces incidente y reflejado. La muestra en la cual se refleja la luz, descansa sobre un goniómetro que posiciona dicha muestra a un ángulo de incidencia sobre el cual se desee trabajar. En campos tales como la plasmónica, efectos magneto-ópticos, elipsometría e incluso cristalografía, el reflectómetro angular forma la base de diversos mecanismos de análisis de materiales (elipsómetros , difractómetros, entre otros). Particularmente en plasmónica, la reflectancia se relaciona a la resonancia de plasmones

superficiales, y teóricamente está en función de coeficientes de Fresnel que relacionan el ángulo del plasmón y nos permite determinar bajo qué condiciones la resonancia plasmónica es óptima. En este trabajo se presenta la construcción y configuración de un reflectómetro angular en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá), como parte de la implementación de nuevos recursos para la investigación experimental en el campo de la óptica y en particular de la plasmónica en la Universidad. Dicha configuración se basa en la automatización de un goniómetro con resolución angular del orden de décimas de miliradian y un sistema de adquisición de datos mediante un programa desarrollados en LabVIEW-NI © National Instruments Corporation. Además de presentar los diseños del montaje y el sistema de control y adquisición de datos desarrollados, se presentan resultados de la dependencia angular de la reflectancia para películas delgadas de oro obtenidos en nuestro reflectómetro automatizado con un láser de 633 nm. Dichos resultados se contrastan con resultados reportados en la literatura, en donde se aprecia un excelente ajuste.

drmontanap@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** reflectometría, reflectancia, plasmones superficiales.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## INTERFEROMETRÍA RAMSEY CON ESTADOS ENTRELAZADOS

*Álvaro Martínez - Universidad Nacional de Colombia*

*Karen Fonseca - Universidad Nacional de Colombia*

Actualmente, los procesos de estimación más precisos utilizan interferómetros atómicos. Una de las técnicas más ampliamente utilizada es la técnica de interferometría Ramsey, la cual está basada en la interacción entre un sistema de átomos de dos niveles y un campo electromagnético externo adecuado. Las estimaciones obtenidas al utilizar un proceso de Ramsey dependen tanto del estado inicial del sistema como del número de átomos  $N$  que componen el mismo. Al utilizar un estado de prueba separable, el límite máximo de precisión asociada a la estimación que puede ser alcanzado escala como  $(1/N)^{(1/2)}$ , lo cual corresponde al límite cuántico estándar. Se ha demostrado que el límite cuántico estándar no es el límite máximo de precisión que puede ser obtenido en un proceso de estimación; se puede obtener una precisión que escale como  $1/N$ , lo cual se conoce como límite Heisenberg. Una de las posibles formas de alcanzar el límite de Heisenberg es la utilización de estados entrelazados como estados iniciales del sistema. En el presente trabajo se muestra un estudio teórico de cómo tres tipos de estados entrelazados, más específicamente los estados gato, los estados brújula y los estados comprimidos, pueden ser utilizados para lograr que en un proceso Ramsey se obtengan estimaciones cuya precisión supere el límite cuántico estándar. Mediante el cálculo de la información de Fisher asociada a cada uno de los



estados utilizados, se demostró que aunque los estados brújula y los estados comprimidos logran superar el límite cuántico estándar, sólo los estado gato alcanzan el límite de Heisenberg.

ajmartinezc@unal.edu.co

**Palabras claves:** estados entrelazados, proceso de ramsey, información de fisher.

IM2130

## MEDICIÓN DEL MOMENTO DE INERCIA DE OBJETOS REALES EN UN EXPERIMENTO DE PLANO INCLINADO

*Santiago Rueda Parra - Universidad Nacional de Colombia*

La mecánica newtoniana permite construir trayectorias analíticas de objetos y conocer su posición y momento en cualquier punto. Experimentalmente la resolución posible está determinada por los instrumentos que se empleen y se obtendrá, siempre, trayectorias discretas. En los laboratorios de enseñanza suele utilizarse regla y cronometro para medir trayectorias, dando como resultado una alta incertidumbre y una dependencia del criterio del experimentador. Para disminuir la incertidumbre,, se diseño e implemento un sistema de bajo costo basado en la electrónica digital con un microcontrolador ARDUINO, el cual permite medir el tiempo y la posición en la que se activa un sensor con una precisión de 8ms. La aceleración con la cual se mueve un objeto que rueda sin deslizar por un plano inclinado depende tanto del ángulo de inclinación del plano como del momento de inercia del objeto. Por tanto, al

conocer la relación entre la aceleración experimentada por un objeto en un plano inclinado para distintos ángulos, se puede determinar su momento de inercia. De esta forma se pudo medir el momento de inercia de distintos objetos cotidianos con formas cilíndrica, esférica y anular, con distintas distribuciones de masa y se comparó con los resultados obtenidos para objetos ideales con distribuciones de masa uniforme. Además, se midió la aceleración de la gravedad en Bogotá con una incertidumbre del 1%. Los resultados presentados se obtuvieron como parte de los cursos Electrónica Digital e Introducción a la Investigación Experimental del Departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

sruedap@unal.edu.co

**Palabras claves:** momento de inercia; electrónica digital; plano inclinado.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **MEDICIÓN DE NIVELES DE INTENSIDAD DE CEM-NI EN AMBIENTES CLÍNICO- HOSPITALARIOS**

*Luis Enrique Llamosa Rincón - Universidad Tecnológica De Pereira*

*Marilyn Medina Pacheco - Universidad Tecnológica De Pereira*

*Daniela Mesa Lotero - Universidad Tecnológica De Pereira*

*Juan Mateo Meza Arenas - Universidad Tecnológica De Pereira*

*Julián Ruiz Echeverry - Universidad Tecnológica De Pereira*

En Colombia y Latinoamérica se requieren entidades que verifiquen y certifiquen los límites de exposición a las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en diferentes ambientes, incluyendo los ambientes clínico – hospitalarios, en los cuales la compatibilidad electromagnética es de especial interés; el problema principal en Colombia radica en el desconocimiento que se tiene acerca de estos valores emitidos por diferentes fuentes y que pueden influir en la respuesta de los equipos clínico-hospitalarios, esto debido a que en Colombia no existe una entidad “acreditada” que realice esta tarea. Con base en las normas internacionales ISO/IEC 17025 y la IEC 60601-1-2 para el caso de compatibilidad electromagnética; se diseñaron e implementaron protocolos de medición y certificación de niveles de intensidad de campos electromagnéticos no ionizantes (CEM - NI) de alta y baja frecuencia, aplicables a ambientes clínico-hospitalarios y acordes con la normatividad nacional e internacional existente para tal fin. Es importante la creación de un organismo acreditado en Colombia que realice la verificación y certificación de los niveles de exposición a campos electromagnéticos a los cuales se encuentran expuestos los ambientes ocupacionales y públicos, es por esto que

el grupo de electrofisiología de la UTP se encuentra en estos momentos, en el proceso de acreditación de un laboratorio de metrología electromagnética y empieza a prestar estos servicios a entidades públicas y privadas, así como a personas naturales que lo requieren.

lellamo@utp.edu.co

**Palabras claves:** campos electromagnéticos, metrología, radiaciones no ionizantes, ambientes clínicos y hospitalarios.

IM2250

## **ANÁLISIS ESPECTRAL Y DEL COMPORTAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR PRESENTE EN INVERNADEROS DE CLIMAS TROPICALES CÁLIDOS**

*Luis Gonzalo Vargas Quiroz - Universidad Nacional de Colombia  
Alcides Montoya Cañola - Universidad Nacional de Colombia*

La creciente demanda por alimentos en el siglo XXI, se ha intentado remediar mediante el cultivo bajo ambientes controlados como los invernaderos. Los países del mundo ubicados en la franja ecuatorial no han sido ajenos a estos desarrollos y han venido recibiendo la transferencia de esta tecnología a través canales comerciales, sin el debido análisis científico que determine la pertinencia y la forma óptima de su uso. En este trabajo se presenta el comportamiento de la radiación solar incidente sobre la cubierta plástica de un invernadero, su transmisión y comportamiento al interior, así como su interrelación con el calentamiento del aire allí contenido. Los resultados muestran que los materiales usados para

las cubiertas y que funcionan bien en países septentrionales, no son los más adecuados para zonas tropicales cálidas, debido a que su espectro transmisión es permeable al NIR entre  $0.8 \mu\text{m}$  y  $3 \mu\text{m}$ , mientras que en la región de MIR ( $3 \mu\text{m}$  -  $6 \mu\text{m}$ ) muestra zonas de muy baja transmitancia.

gvargas@unal.edu.co

**Palabras claves:** radiación solar, análisis espectral, invernadero.

IM229P

## REDUCCIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS DISTORSIONES GEOMÉTRICAS EN UN SISTEMA DE RECONSTRUCCIÓN 3D POR PROYECCIÓN DE FRANJAS A PARTIR DE UN MODELO DE CALIBRACIÓN POLINOMIAL.

*Andrés Leonardo González Gómez - Universidad Industrial de Santander  
Jaime Enrique Meneses Fonseca - Universidad Industrial de Santander*

Actualmente el método de proyección de franjas está siendo ampliamente utilizado para extraer información 3D de objetos o escenas en ambientes médicos, industriales, científicos y académicos debido a que no requiere contacto con la superficie y el campo de observación se puede modificar en un amplio rango, ventajas deseables en diferentes aplicaciones. Sin embargo, con el incremento en la demanda de velocidad y precisión, han surgido algunos inconvenientes que han afectado significativamente el desempeño de la técnica. Una vez se han eliminado la influencia de armónicos del perfil en intensidad de las franjas y se ha definido la

estrategia de corrección de fase discontinua para objetos complicados, la precisión de se ve afectada por la influencia de las distorsiones geométricas de las lentes del proyector y la cámara. Debido a su carácter de proyección de imágenes, las distorsiones en el proyector generan inconvenientes que introducen errores determinísticos en la imagen 3D final. El presente trabajo propone una estrategia de calibración de un sistema de proyección de franjas que tiene en cuenta las distorsiones de las lentes y emplea el modelo de ajuste polinomial en la relación fase vs altura para cada pixel del campo de observación. Aunque se emplea el modelo polinomial, no se requieren platinas de traslación de alta precisión. La evaluación experimental demuestra que la reducción del error introducido al reconstruir una superficie plana de 35 cm x 25 cm, da como resultado un error residual de 55 micras de desviación estándar y error máximo de 258 micras.

andres2178179@correo.uis.edu.co

**Palabras claves:** proyección de franjas, reconstrucción 3d, calibración de fpp.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO PARA DETECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE PARTICULADOS Y BIOMASA EN LA BAJA ATMÓSFERA Y EN SUPERFICIES DE CULTIVO**

*Mónica Preciado Vargas - Universidad del Valle*  
*Carlos Augusto Galindez Jamioi - Universidad del Valle*  
*Efraín Solarte Rodríguez - Universidad del Valle*

Los procesos de transferencia radiativa en la atmósfera son afectados por los aerosoles atmosféricos y condicionan el balance local del sistema climático y su influencia se extiende hasta afectar el sistema global en formas inciertas y en general caóticas. Los modelos climáticos se basan en determinaciones empíricas de los factores, condiciones y sistemas que afectan el clima y en el caso de los aerosoles se requiere información de sus propiedades ópticas de los aerosoles, de su distribución y de otras propiedades físicas medidas generalmente in-situ, por lo que rara vez proporcionan información del aerosol no perturbado en la atmósfera. Actualmente los LIDAR son sistemas robustos que se usan en el monitoreo atmosférico, desde estaciones en tierra y desde satélites, obteniendo información sobre la distribución de los aerosoles y sus propiedades ópticas. En este trabajo se presenta el diseño de un sistema de sensado remoto tipo LIDAR que no sólo permita detectar rápidamente la presencia simultánea de diferentes obstáculos en una columna de aire, sino que también admita la posibilidad de realizar absorción diferencial (DIAL), captar y cuantificar señales de la fluorescencia inducida, y detectar la modulación inducida por objetos móviles; lo cual, a una escala de

atmósfera baja, ofrece nuevas posibilidades de aplicación en otros campos como las aplicaciones agrícolas, biológicas y ecológicas. El sistema es un montaje tipo biaxial con dos telescopios, un conjunto intercambiable de fuentes láser tipo diodo, cuenta con un sistema de inyección del láser, una óptica de recolección y la electrónica de control y medición.

monica.preciado@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** aerosoles atmosféricos, biomasa, óptica atmosférica, monitoreo de aire.

IM236O

## CONSTRUCCIÓN E INSTRUMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DEPÓSITO QUÍMICO DE VAPOR ASISTIDO POR AEROSOL (CVDA)

*Jorge Mario Hincapie Zapata - Universidad Tecnológica de Pereira*  
*Samuel Fernando Hernandez Bedoya - Universidad Tecnológica de Pereira*  
*Beatriz Cruz Muñoz - Universidad Tecnológica de Pereira*  
*Ruben Jose Dorantes Rodriguez - Universidad Autonoma Metropolitana*  
*Edwin Andres Quintero Salazar - Universidad Tecnológica de Pereira*

Se contruyó e implementó un equipo semiautomatizado para realizar depósitos utilizando la técnica de vapor químico asistida por aerosol (CVDA). La boquilla de atomización se construyó en acero inoxidable, se utilizó un nebulizador Sonaer 2.4 MHz y el flujo del gas de arrastre se verifica usando un rotámetro de regulación. El movimiento longitudinal de la boquilla y la temperatura del sustrato se controlan mediante una unidad de control electrónico basada en la plataforma Arduino© en conjunto



con diversos sensores. El movimiento de la boquilla se realiza con un motor a pasos adaptado a un tornillo sinfín y se instaló un sensor de posición que permite examinar la posición de la boquilla en cualquier instante de tiempo y determinar la velocidad con la cual se está realizando el depósito. Para medir la temperatura del sustrato se utilizó un Detector de Temperatura Resistivo (RTD) conectado a un control CN7800 basado en microprocesador, al cual se le ingresan los valores de referencia para la placa calefactora y a su vez permite medir la temperatura del RTD. Todos estos transductores se controlan a través de un dispositivo de programación multiplataforma arduino, que además controla una pantalla LCD donde se monitorea el comportamiento de dichas variables y se pueden ingresar las condiciones iniciales de trabajo. Dependiendo de las condiciones del depósito la velocidad longitudinal de la boquilla puede variar en un rango de  $6.6 \times 10^{-3}$  a  $1 \times 10^{-2}$  cm/s mientras que la temperatura del sustrato puede estar entre 24 oC y 550 oC y el flujo del gas de arrastre entre  $3 \times 10^{-3}$  L/min y 8 L/min.

jorgemariohz55@hotmail.com

**Palabras claves:** instrumentación, aacvd.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE E INTERVALO DE CONFIANZA PARA EL CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR UN ELECTROIMÁN

*Daniel Patiño Vargas - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Juan Guillermo Marín Díaz - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Milton Humberto Medina Barreto - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Beatriz Cruz Muñoz - Universidad Tecnológica de Pereira*

De acuerdo con la metrología la norma GTCM51 establece el proceso para el cálculo de la incertidumbre en las mediciones y así poder estimar su intervalo de confianza. La norma ha sido ampliamente empleada en muchas áreas de la ciencia y de la ingeniería, pero son escasos los estudios completos en cuanto al empleo de la metrología al momento de medir cantidades eléctricas y magnéticas de forma directa y/o indirecta. El presente trabajo desarrolla una metodología para realizar el cálculo de incertidumbre de medición para medidas directas e indirectas con el fin de determinar la exactitud y el intervalo de confianza en el valor del campo magnético generado por un electroimán, Phylatex y medido mediante un Teslámetro Phywe 13610-90. Los resultados obtenidos son una base fundamental para caracterizar magnéticamente materiales magnéticos sometidos a campos generados por éste electroimán. Se presentan las curvas experimentales del campo magnético producido por el electroimán en función de la corriente aplicada y la distancia de separación entre los núcleos ferromagnéticos. De la curva característica V-I se obtuvo una resistencia  $(8,01 \pm 0,04) \Omega$  para un error del 1,39%. El campo magnético es proporcional a la corriente e inverso con la

distancia de separación, siendo posible determinar que la incertidumbre tipo A fue la dominante para corrientes cercanas a 0.9 A y por el contrario la incertidumbre tipo B por especificaciones del fabricante fue la dominante para corrientes mayores a 1,2 A, estas corrientes en un rango de 0A en intervalos de 0,3 A.

danielpava95@utp.edu.co

**Palabras claves:** incertidumbre, error, campo magnético, electroimán.

IM239P

## **ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA REDUCCIÓN DE RUIDO (NR) EN VARIOS MATERIALES DE USO COMÚN EN DISTINTAS FRECUENCIAS**

*Jose Miguel Jiménez Merchán - Universidad Nacional de Colombia  
Johan Katherine Noreña Bahamon - Universidad Nacional de Colombia*

A través de este trabajo, se realiza la caracterización experimental de la capacidad de atenuar el sonido de materiales comunes como: vidrio, poliestireno expandido y cemento, entre otros, en un rango de frecuencias entre 1kHz y 17kHz. Esto se hace midiendo la pérdida de intensidad del sonido por transmisión, obtenida al utilizar los materiales como obstáculo para el sonido generado dentro de una cámara anecoica, diseñada específicamente para el experimento. Para la realización del experimento se disponen dentro de la caja, en orden consecutivo y espaciados entre sí una distancia predeterminada, un altavoz controlado por computadora,

las muestras a ser estudiadas y un micrófono de condensador unidireccional Audio-Technica AT875R conectado a una grabadora de audio Zoom H4nPro, cuyas grabaciones son analizadas a través del software Audacity para encontrar el espectro de intensidad del sonido de cada una. Se comprueba que la atenuación del sonido es un fenómeno complejo compuesto de tres comportamientos diferentes que dependen directamente de la frecuencia que se pretende atenuar, y por tanto se encuentra que el material menos eficiente en la atenuación del sonido es el icopor en contraste con la atenuación obtenida con dos láminas de vidrio de 5mm separadas por 2cm de aire; lo que implica que la combinación de materiales, es una de las formas más económicas y prácticas para aislar habitaciones en la industria. Con base en los resultados se sugiere que un método sencillo para medir la velocidad del sonido en un material sólido se podría reducir a encontrar la frecuencia crítica  $f_c$  en la que ocurre el fenómeno de coincidencia.

jknoenab@unal.edu.co

**Palabras claves:** reducción de ruido, cámara anecoica, atenuación, frecuencia.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## SENSOR DE FIBRA ÓPTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA TEORÍA DEL COLOR EN ESTUDIANTES INVIDENTES

*Samec Vergel - Universidad Popular del Cesar*

*Leonardo Díaz - Universidad Popular del Cesar*

*Cesar Torres - Universidad Popular del Cesar*

La teoría del color define el conjunto de reglas básicas para la identificación y la mezcla de los colores, cuenta con distintos modelos, teorías, y tiene un amplio rango de aplicación. La enseñanza de esta teoría es fundamental en estudiantes de pintura y las artes plásticas independientemente del nivel académico. En el aula, la tarea no es fácil cuando se encuentran estudiantes con ciertas limitaciones parciales o totales en alguno de sus sentidos, razón por la cual se desarrolló un sensor basado en fibra óptica que ayude a labor del docente y que a su vez haga más inclusiva la participación y facilite el aprendizaje en estos estudiantes. La puesta a prueba del sensor se realizó en un estudiante invidente del programa de licenciatura en arte, folclor y cultura de la Universidad Popular del Cesar convirtiéndose en una propuesta valiosa para la enseñanza de la teoría del color a nivel universitario en este tipo de población.

samecvergel@gmail.com

**Palabras claves:** sensor, fibras ópticas, teoría del color.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TELESCOPIO DE MUONES PARA ESTUDIO DE ESTRUCTURAS GEOFÍSICAS EN COLOMBIA

*Carlos Avila - Universidad de los Andes*  
*Gerardo Roque - Universidad de los Andes*  
*Jairo Fajardo - Universidad de los Andes*  
*Esteban Rivera - Universidad de los Andes*

Resumen: Presentamos el diseño y construcción de un telescopio de muones enfocado a medir el flujo de estas partículas a través de montañas y/o volcanes en Colombia, lo que permite reconstruir una imagen de la estructura interna del objeto estudiado y determinar su densidad promedio. En este trabajo se describe el funcionamiento de los detectores construidos a partir de plástico centellador poliviniltolueno, guías de luz cola de pescado, y tubos fotomultiplicadores hamamatsu R329-02. Se muestra el sistema que permite el posicionamiento angular de los detectores, se realiza una descripción del sistema electrónico de lectura basado en electrónica NIM y CAMAC que permite medir carga depositada en los detectores, tiempo de vuelo de muones entre detectores y conteo del número de muones en un determinado tiempo. Se presenta el sistema de adquisición de datos basado en Labview; también se muestra la calibración que permite conocer la eficiencia y parámetros de operación del telescopio como voltaje y threshold. Se describe la alineación, factores climáticos, y ruido electrónico. Por último se presentarán datos de medición de flujo de muones en función de ángulos zenit y azimutal, a cielo abierto, y a través del cerro de Monserrate en Bogotá. Nuestros resultados sirven de base

para estudios de este tipo que se están realizando en Colombia y en otras partes del mundo.

ja.fajardo1@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** muon, telescopio de muones, flujo de muones a través de monserate, estructura interna, densidad promedio, nim, camac, labview.

IM2880

## **CALIBRACIÓN ÓPTICA DE UN MONOCROMADOR DK-480 PARA USO OPTIMIZADO EN ESTUDIOS DE ESPECTROS DE EMISIÓN**

*Glemar Diliam Arcón Pineda - Universidad del Atlántico*

*Juan Carlos Álvarez Navarro - Universidad del Atlántico*

*Paola Pacheco Martínez - Universidad del Atlántico*

*Francisco Racedo Niebles - Universidad del Atlántico*

*Rafael Sarmiento Mercado - Universidad del Atlántico*

En este trabajo se presentan los procesos de calibración óptica y actualización de software de manejo del monocromador DK-480 con sistema de detección fotomultiplicador acoplado a una tarjeta controladora de interfaz AD111 para uso optimizado en estudio de espectros de emisión. El proceso se llevó a cabo con la toma de los espectros de una lámpara patrón que emite líneas de mercurio neutro (Hg I) y argón neutro (Ar I), marca Ocean Optics, modelo HG-1, empleando las tres redes de difracción del monocromador: 300, 1200 y 2400 líneas/mm. Con los resultados experimentales de las mediciones en el rango visible del espectro, se caracterizaron las tres redes con las variables que influyen en la calidad del

espectro: ancho de la rendija de entrada y salida, voltaje y ganancia del detector y tamaño del paso de la red, permitiendo obtener los polinomios de calibración respectivos de cada red y la calibración del monocromador. Se pudo comprobar la calibración del equipo, al tomar el espectro de la lámpara de cátodo hueco de molibdeno y de fluorescencia de aceite de oliva al recibir radiación laser Nd:YAG verde (532 nm). Como innovación, se hizo la adaptación de una cámara CCD (Charge Coupled Device), marca SBIG, modelo ST7XMEI como sistema de detección en busca de ampliar la potencialidad y el aprovechamiento del monocromador y generar una nueva herramienta de estudio en el Laboratorio de Espectroscopía de la Universidad del Atlántico y fortalecer los procesos de formación e investigación en el área de Espectroscopía, particularmente en el estudio de espectros de emisión visible de fuentes luminosas.

arconglemar@hotmail.com

**Palabras claves:** calibración óptica, monocromador, fotomultiplicador, red de difracción.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## CARACTERIZACIÓN DEL ESPECTRO DE TEMPERATURAS DE UNA CELDA DE EFECTO PELTIER EN UN MEDIO LÍQUIDO

*Angélica María Carvajal Rojas - Universidad del Quindío*

*Hernando Correa Gallego - Universidad del Quindío*

*Alejandro Robledo - Universidad del Quindío*

Los sistemas de calefacción y enfriamiento usados actualmente en sistemas de instrumentación física constan principalmente de un ventilador alimentado por corriente continua, así como disipadores de aluminio y otras aleaciones de metales. Cuando se trata de propagar energía térmica en un sistema se utiliza un material conductor de calor en contacto con el material o en algunos casos un láser para irradiar la muestra sin transferencia de materia. Las celdas de efecto Peltier ofrecen una alternativa para sistemas de enfriamiento con base en dos materiales semiconductores, uno tipo p y otro tipo n, los cuales se encuentran posicionados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo produciéndose de ésta manera el efecto termoeléctrico de Peltier. En este trabajo se propone caracterizar la distribución espacial de temperaturas de una celda de efecto Peltier en un medio líquido en función de la corriente suministrada a la celda, manteniendo el voltaje de alimentación constante, con el propósito de utilizar la celda como dispositivo de enfriamiento en dispositivos de instrumentación de laboratorio. Para la alimentación de las celdas ha sido necesario diseñar una fuente de alimentación conmutada con PWM y controlada por medio de un sistema embebido y software LabVIEW.

**Palabras claves:** celda de medición, celda peltier, sistema de enfriamiento, fuente pwm.

IM3170

## OPTIMIZACIÓN DE UN DETECTOR TGEM PARA MEDICIÓN DE TRAZAS DE MUONES CÓSMICOS Y RAYOS-X

*Carlos Avila - Universidad de Los Andes  
Genhli Yanez - Universidad de Los Andes  
Luis F. Cruz - Universidad de Los Andes  
Gerardo Roque - Universidad de los Andes*

Hemos ensamblado en nuestro laboratorio dos detectores gaseosos multiplicadores de electrones con tres capas de amplificación (TGEM) y área activa de 10 cm x 10 cm. Cada capa de amplificación consiste de una lámina de material aislante de 50  $\mu$ m de grosor metalizada en ambas caras con una capa de cobre de 5  $\mu$ m, la lámina consta de agujeros de 50  $\mu$ m de diámetro distanciados uno de otro 140  $\mu$ m, el sistema es encapsulado y una mezcla de gas Ar-CO<sub>2</sub> es inyectada a una presión levemente por encima de 1 atm. El sistema también consta de 2 capas de electrodos para leer las coordenadas x, y de arriba de electrones que son acelerados con una diferencia de potencial de alrededor de 4 kV. Con divisores de voltaje energizamos las dos caras metalizadas de cada capa amplificadora con diferencias de potencial del orden de 300 voltios, tal que se generan campos eléctricos muy altos en los agujeros con el propósito de incrementar

la avalancha de electrones generada por la ionización del gas tras el paso de un muón o un fotón incidente. Presentamos los estudios que hemos hecho sobre diferentes porcentajes de la mezcla de gas y varios voltajes de operación para optimizar la ganancia de los detectores. Hemos diseñado tarjetas de lectura de cada plano de electrodos con líneas de atraso. Presentamos resultados del desempeño de este sistema de lectura.

cavila@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** detector gem, detectores gaseosos, líneas de atraso, avalancha de electrones.

IM318P

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SONDA PARA MEDIDA DE IMPEDANCIA ELÉCTRICA ENFRIADA POR CELDAS DE EFECTO PELTIER**

*Ricardo Pineda Sanchez - Universidad del Quindío*

*Ever Ortiz Muñoz - Universidad del Atlántico*

*Hernando Correa Gallego - Universidad del Quindío*

La búsqueda de soluciones a dificultades en el proceso de medición utilizando instrumentación científica adecuada a las necesidades y que maximice la toma y la calidad de los datos experimentales, nos ha conducido al desarrollo de equipamiento de laboratorio que no está disponible comercialmente. Mediante el desarrollo de este trabajo se ha diseñado una celda adecuada para la caracterización eléctrica de materiales, incluyendo un novedoso sistema de enfriamiento basado en celdas de efecto Peltier alimentadas por una

fuelle pulsada PWM, la cual fue desarrollada para este propósito. El trabajo se realizó a partir de un proceso de diseño, considerando las necesidades actuales del centro de investigación y los requerimientos que la técnica exige, permitiendo optimizar las variables involucradas en cuanto a la precisión en mediciones eléctricas, el manejo del ruido y el control de la temperatura y la atmósfera. Se espera que la celda pueda ser utilizada para realizar mediciones de impedancia eléctrica y corriente-voltaje como función de la temperatura en atmósfera y temperatura controlada en muestras de sales metálicas, compuestos iónicos sólidos y polímeros.

rpinedas@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** sonda de medida, impedancia eléctrica, efecto peltier.

IM3750

## CLASIFICACIÓN DE OBJETOS POR CONTORNO

*Diego Fernando Salazar Patiño - Universidad Tecnológica de Pereira*  
*Leonardo Bohorquez Santiago - universidad Tecnológica de Pereira*  
*Hugo Armando Gallego Becerra - Universidad Tecnológica de Pereira*

Clasificación de objetos por contorno para la medición de variables físicas de la cinemática. La visión artificial es una herramienta moderna que permite digitalizar en paralelo una gran cantidad de información de nuestro entorno, Esta información al ser digitaliza y realizar el tratamiento adecuado, nos entrega la clasificación de los objetos por contorno. Cuando detectamos y clasificamos el

objeto por contorno, podemos aplicarlo al cálculo de variables físicas como posición, velocidad o aceleración de un objeto. Se realizó la clasificación usando como herramienta una webcam y el software de la compañía National Instrument “Labview”, el cual cuenta con un toolkit de visión artificial donde se diseñó e implemento el algoritmo. Se usó “Particle Classification” herramienta de Labview, tomando diferentes muestras para poder entrenar y así poder lograr la clasificación de diferentes objetos de una forma fácil y rápida. Después de realizar la clasificación de los objetos se implementó algoritmos capaces de calcular de una forma precisa algunas variables físicas del movimiento. Esta investigación busca dar una herramienta para el desarrollo de futuras aplicaciones basadas en la clasificación de objetos por contorno, como es la medición de variables físicas como la velocidad, aceleración entre otras, Y comprobar algunos experimentos físicos, como son las colisiones elásticas e inelásticas. La visión artificial, nos permitirá desarrollar aplicaciones complejas en el campo de la enseñanza y la experimentación de la física, por eso el reto es comenzar a enfocar este tipo de herramientas al campo de la experimentación, ayudando a desarrollar equipos de laboratorio con un enfoque diferente.

dfs@utp.edu.co

**Palabras claves:** visión artificial, clasificación.

## DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO EXPERIMENTAL PARA COMPROBAR LA LEY DE BIOT-SAVART (ALAMBRE RECTO INFINITO)

*José Manuel Flórez Pérez - Grupo de Instrumentación Científica & Didáctica,  
Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas Bogotá D.C.*

*Yonel Torres - Grupo de Instrumentación Científica & Didáctica, Licenciatura en  
Física, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas Bogotá D.C.*

El desarrollo del electromagnetismo ha sido fundamental en infinidad de aplicaciones tecnológicas, por consiguiente entender las leyes básicas del mismo, es importante en la formación académica de Ingenieros y Físicos. Un resultado experimental propuesto por Biot-Savart, está relacionado con la dependencia del Campo Magnético de un alambre recto infinito, por el cual circula una corriente  $I$ , en función de la distancia al alambre. Generalmente, este resultado se acepta, sin realizar mediciones experimentales por la falta de instrumentación para realizar las mediciones. En este trabajo se muestra el desarrollo e implementación de un dispositivo experimental que permite medir experimentalmente la dependencia del Campo Magnético en función de la distancia en un alambre recto, de igual forma se desarrolla el cálculo matemático del campo Magnético en función de la distancia para el prototipo propuesto, incluyendo la geometría del mismo.

[jmflorezp@gmail.com](mailto:jmflorezp@gmail.com)

**Palabras claves:** electromagnetismo, aplicaciones tecnológicas, biot-savart, alambre recto, dispositivo experimental, campo magnético.

IM3790

## PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA TOMOGRAFÍA TEM

*Diego Alejandro Galindo Ojeda - Universidad Nacional de Colombia*  
*Andrea Patricia Morato Zambrano - Universidad Nacional de Colombia*  
*John William Sandino de Busto - Universidad Nacional de Colombia*

En este trabajo se muestran las reconstrucciones por tomografía de microscopía electrónica de transmisión de tres tipos de muestras sólidas; una con estructuras internas huecas, otra porosa y la tercera completamente sólida. Las imágenes de microscopía se han tomado en un microscopio FEI F20 con ángulos de inclinación entre los  $-70^\circ$  y  $70^\circ$ . Sobre esta serie de imágenes se ha procedido a implementar métodos de procesamiento de imágenes con el fin de reducir los artefactos de adquisición de las imágenes y poder obtener así una reconstrucción lo más fiel al volumen de la muestra. La reconstrucción se hizo por medio del algoritmo de iteración ponderada simultánea (weighted simultaneous iterative W-SIRT)[1][2] desarrollado por Daniel Wolf sobre el programa Digital Micrograph de Gatan. Como la calidad de la reconstrucción se encuentra estrechamente ligada a la alineación de las imágenes y al filtrado de información como el fondo, pixeles dañados, diferencias de intensidad entre otras, se han implementado varias herramientas para el mejoramiento de las imágenes de tomografía obtenida, cuyos resultados han sido consistentes con el tipo de

muestras estudiadas (morfología esperada debido a la forma en que se obtuvo o creó la muestra). Referencias 1. Wolf, D., Lubk, A., Lichte, H. & Friedrich, H. Towards automated electron holographic tomography for 3D mapping of electrostatic potentials. *Ultramicroscopy* 110, 390–399 (2010) 2. Wolf, D., Lubk, A. & Lichte, H. Weighted simultaneous iterative reconstruction technique for single-axis tomography. *Ultramicroscopy* 136, 15–25 (2014).

dagalindoo@unal.edu.co

**Palabras claves:** tomografía, alineación de imágenes, volumen, porosidad.

IM420P

## **CARACTERIZACIÓN DE PANELES SOLARES DE BAJA POTENCIA POR MEDIO DEL FRAMEWORK ROOT**

*Juan Federico Ramirez Rios - Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica INAOE*

*José Manuel Flórez Pérez - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Por medio de una tarjeta electrónica; previamente diseñada, construida y calibrada; se complementa un Sistema de Adquisición de Datos (DAQ) que tiene como principal función caracterizar paneles solares de baja potencia teniendo en cuenta la medición de temperatura, corriente eléctrica, diferencia de potencial eléctrico e irradiancia en rangos de longitud correspondientes a los colores rojo, verde y azul. En el presente documento se describe de manera sencilla los conocimientos necesarios para abordar el problema de



caracterizar un panel solar, a continuación se explica el diseño del software que permita al usuario analizar los datos tomados mediante el Framework ROOT, además se evalúa el módulo mediante una calibración con software que ayude a determinar los rangos y precisión de cada una de las medidas realizadas a través del DAQ. Para finalizar, se caracteriza un panel solar en el cual se identifican las variables que determinan el funcionamiento óptimo de la potencia eléctrica generada por éste.

jmflorenz@gmail.com

**Palabras claves:** panel solar, sistema de adquisición de datos, framework root.

IM425P

## MÉTODO DE BOBINA SIMPLE PARA EVALUAR NÚCLEOS MAGNÉTICOS USADOS EN MAGNETÓMETROS FLUXGATE

*Abilo Andrés Velásquez Salazar - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Andrés Rosales Rivera - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Jéssica López Tabares - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Nicolás Antonio Salazar Henao - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

En el presente trabajo se estudian las cintas magnéticas blandas amorfas de contenido  $\text{Fe}_{73,5-x}\text{Cr}_x\text{Nb}_3\text{Cu}_1\text{Si}_{13,5}\text{B}_9$  con  $x = 0, 2, 4, 6, 8$  y  $10$ , elaboradas mediante la técnica de enfriamiento rápido, con el fin de valorar su utilidad como núcleos de sensores magnéticos fluxgate. Se propone un sistema para medir la

sensibilidad de estas muestras en su aplicación como núcleos de sensores magnéticos de configuración fluxgate con un método que solo usa una bobina de excitación y realiza una comparación temporal de la señal para emular la segunda bobina. La resolución del sensor emulado en este trabajo es cercana a 700nT suficiente para medir campos magnéticos cercanos al terrestre con poco factor de llenado, sacrificado este último para poder medir diferentes materiales.

aavelasquezs@unal.edu.co

**Palabras claves:** fluxgate, cintas magnéticas blandas, campo magnético terrestre.

IM4430

## **IDENTIFICACIÓN DE SANGRE EN MANCHAS Y FLUIDOS POR LOS MÉTODOS DE THEVENON ROLAND Y VERDE DE LEUCOMALAQUITA COMO PRUEBAS PRESUNTIVAS A PARTIR DEL TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES**

*Nancy Janet Castillo Rodriguez - Universidad Tecnologica de Pereira*

*Jimmy Alexander Cortes Osorio - Universidad Tecnologica de Pereira*

*Deivy Alejandro Muñoz - Universidad Tecnologica de Pereira*

Se efectuó la identificación de sangre en manchas y fluidos por los métodos de Thevenon Roland y Verde de Leucomalaquita como pruebas presuntivas a partir del tratamiento digital de imágenes en las instalaciones del instituto nacional de medicina legal y ciencias forenses de la regional occidente en la ciudad de Pereira. Para este

estudio utilizamos 100 muestras iniciales de las cuales en el tratamiento digital de imágenes se tomaron 76 muestras para estudio en diferentes sustratos como lo fueron: sangre humana, sangre animal, diluciones de sangre humana en manchas, fluidos biológicos (leche materna, saliva y orina), productos vegetales, productos químicos e interferencias. La especificidad encontrada por los dos analistas a partir del tratamiento digital de imágenes con clasificador bayesiano con mascara en el método de Thevenon Roland fue de 84.41% y el del Verde de Leucomalaquita bajo las mismas condiciones es de 92.62%, nos proporciona una mayor confiabilidad en los métodos presuntivos para la identificación de sangre utilizando el tratamiento digital de las imágenes. La sensibilidad para las dos técnicas. Se concluye que con el apoyo del tratamiento digital de imágenes utilizando el software Orange en los métodos de Thevenon Roland y verde de Leucomalaquita se encontró una mayor especificidad y valor predictivo positivo en la identificación de manchas de sangre, lo cual nos genera una mayor confianza y afianzamiento de las técnicas para el análisis forense.

[jacoper@utp.edu.co](mailto:jacoper@utp.edu.co)

**Palabras claves:** vision computador, forense, sangre, identificación, presuntivo, clasificador.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## CONSTRUCCIÓN DE UN MODULO DE CALORIMETRÍA MODULADA APLICABLE A TRANSICIONES DE FASE DE SOLIDOS DEFORMABLES

*Julian Andres Angel Jimenez - instituto universitario antonio jose camacho*

*Ruben Antonio Vargas Zapata - universidad del valle*

*Juan Carlos Burbano Zapata - instituto universitario antonio jose camacho*

La técnica de calorimetría AC de alta resolución ha sido construida e implementada en un módulo de medición de calor específico para pequeñas muestras sólido deformables. Para la que se hizo una adquisición y control de instrumentos por medio de programación en LabView®, para un laser modulado de frecuencia ajustable y un lock in EG&G 5301 con preamplificador diferencial el cual nos permite optimizar la respuesta de la señal AC de la muestra, por medio de una termocupla tipo E de 50  $\mu\text{m}$ , que se encuentra en un portamuestras y hace parte de un modulo diseñado para efectuar mediciones en un rango de voltaje y temperaturas entre 100 nV y 500 mV como 200 K y 400 K, siendo este calorímetro calibrado y estandarizado por medición de las transiciones de fase asociadas al punto de transición del PVAL H3PO2 en un PPMS de la empresa quantum que se encuentra en el CENM de la Universidad del Valle.

aangel@admon.uniajc.edu.co

**Palabras claves:** física del estado sólido y aplicaciones, instrumentación científica e industrial, materia condensada, calorimetria ac.

## **FOTOGRAMETRÍA DE RANGO MUY CERCANO PARA LA EVALUACIÓN METROLÓGICA DE ELEMENTOS QUIRÚRGICOS EN PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD**

*Jaime Meneses - Universidad Industrial de Santander  
Joseph Vergel - PRECIMEC S.A.S.*

La reconstrucción 3D por métodos ópticos es una herramienta ampliamente utilizada para la evaluación metrológica y caracterización de objetos en el sector médico e industrial, permitiendo escanear objetos reales y facilitando así la manipulación digital de los mismos. Diferentes procesos de control de calidad requieren la verificación de longitudes, áreas y volúmenes en objetos complejos que no permiten una medición por contacto directo de su superficie; es aquí donde la reconstrucción 3D juega un rol importante ya que tales mediciones se realizan con precisión y relativa facilidad en los diferentes softwares de tipo CAD que se encuentran en el mercado. Para esta investigación se analizó la viabilidad de obtener información 3D de tornillería de titanio, con diámetros aproximados de 2[mm], para sujeción de estructuras óseas, a partir de fotogrametría de campo muy cercano y composición de imágenes en multifoco. Teniendo en cuenta la alta reflectividad de la superficie metálica, se definió un procedimiento experimental basado en registro fotográfico de múltiple adquisición, a condiciones de iluminación especiales y obtención de imágenes de profundidad de campo extendido, integradas al software de procesamiento fotogramétrico, con el fin

de registrar datos 3D y obtener secciones del objeto que requieren de control dimensional. Los resultados experimentales permiten validar la metodología planteada de reconstrucción 3D a campo cercano por fotogrametría adaptada a campos de observación del orden de varios milímetros.

joefavergel@gmail.com

**Palabras claves:** fotogrametría, metrología, reconstrucción 3d.

IM4670

## **CONTROL DE CALIDAD DE ESPESORES EN LA FABRICACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS CON DETECTOR GAS ELECTRON MULTIPLIER (GEM)**

*Freddy Fuentes Robayo - Universidad Antonio Nariño*

*Rafael Gutierrez - Universidad Antonio Nariño*

En la actualidad existen diferentes tipos de instrumentación en línea para realizar la medición de espesores en línea de láminas delgadas tales como aluminio, plástico, papel, etc. Sin embargo, la mayoría se basa en la medición de un punto de referencia de toda el área del material, lo que puede generar problemas de homogeneidad y errores en la medición. El proyecto busca generar una solución a este problema generando un prototipo de instrumento de medición en línea para las industrias que pueda medir hasta el 100% de la longitud del material con una precisión y exactitud que pueda competir con las tecnologías actuales del mercado de medición puntual. El método para realizar este proyecto es por medio de la transmisión de radiación Beta, donde

la energía de la fuente es atenuada por el espesor y la densidad del material a medir, el detector de radiación será el Gas Electron Multiplier (GEM) que es uno de los tipos de MPGD (Micro Pattern Gas Detector). Este tipo de detector al ser un gaseoso es muy eficiente detectando partículas cargadas como la radiación Beta, además ofrece ganancias altas (hasta 100.000), con probabilidades de descarga mucho menores a la familia de los anteriores detectores gaseosos. Además, tiene la posibilidad de leer la energía con la que llegan los electrones en una placa cartesiana (Read-Out) lo que le da la posibilidad de realizar multi-lectura del material en toda su área y en tiempo real.

frefuentes@uan.edu.co

**Palabras claves:** gas electron multiplier (gem), control de calidad, espesores, láminas delgadas.

IM471P

## **ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA MAGNETIZACION SUPERFICIAL DE CINTAS MAGNETICAS FE73.5- XCRXCU1NB3SI13.5B9**

*Iván Gerardo Cely Orjuela - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

*Abilo Andrés Velásquez Salazar - Universidad Nacional de Colombia sede  
Manizales*

*Andrés Rosales Rivera - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

*Alvaro Orlando Pulzara Mora - Universidad Nacional de Colombia sede  
Manizales*

Se presenta un estudio de la magnetización superficial en cintas de aleación amorfa de  $Fe_{73.5-x}Cr_xCu_1Nb_3Si_{13.5}B_9$  ( $x = 0, 2, 4, 6, 8$

y 10% at.) usando el efecto Kerr magneto-óptico de superficie (SMOKE). En cada muestra la magnetización de superficie en función del campo magnético externo fue medida con un magnetómetro Kerr longitudinal desarrollado en el laboratorio, adaptado para trabajar en un electroimán en el intervalo  $-1.6 < H < 1.6$  KOe a temperatura ambiente, con un láser de estado sólido de 635nm de longitud de onda como fuente de luz, un lock-in para la toma de la señal proveniente del fotodetector que recibe la radiación reflejada en la muestra y un software diseñado para la comunicación con los diferentes dispositivos electrónicos. Se verificó el funcionamiento de este magnetómetro midiendo la magnetización superficial en una muestra estándar de níquel. Se obtuvieron datos para los pasos H consecutivos, estabilizando H antes de cada lectura. El campo se barrió en un paso de aproximadamente 3 Oe. Se ha prestado especial atención a la determinación del campo coercitivo de cada muestra. Se encuentra que este campo coercitivo depende del contenido de Cr. Se presenta una comparación entre el campo coercitivo de este sistema de aleación obtenido con el magnetómetro Kerr longitudinal y el obtenido con un magnetómetro de muestra vibrante (VSM-VersaLab de Quantum Design).

igcelyo@unal.edu.co

**Palabras claves:** efecto kerr magneto-óptico, smoke, magnetización superficial, cintas de aleación amorfa.



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA CON CONTROL NUMÉRICO COMPUTACIONAL DE TRES EJES

*Dylan Pozuelo Campo - Universidad Tecnológica de Bolívar*

*Rafael Ortega Cohen - Universidad Tecnológica de Bolívar*

*Alberto Patiño-Vanegas - Universidad Tecnológica de Bolívar*

La revolución de la manufactura y el prototipado se ha acelerado de manera exponencial en los últimos años gracias a las máquinas con control numérico computacional (CNC), tales como las impresoras 3D o las ruteadoras CNC. Estas maquinas han hecho posible la creación de nuevos productos que realizan desde tareas sencillas a tareas cada vez más complejas. Nosotros diseñamos y construimos un prototipo de máquina CNC usando software y hardware libre. El mecanizado de una pieza está basado en el control de los movimientos de la herramienta de trabajo usando un programa informático ejecutado por una computadora. Tanto la interpretación del código G que contiene la información del objeto a construir, como la programación de las tarjetas electrónicas que controlan el movimiento de la herramienta de trabajo, se realiza con software libre. El diseño de la máquina CNC implicó tres etapas: Un diseño mecánico que consistió en determinar la configuración adecuada de la cadena cinemática y de los servomecanismos. Un diseño electrónico para determinar los componentes electrónicos de control y de potencia. Un diseño informático para establecer el control de la máquina a través de una interfaz de usuario. La piezas se diseñaron para ser construidas usando CNC de corte por laser, taladro y pulidora, con el fin de que

la maquina sea robusta con capacidad de replicarse a si misma. Nosotros presentamos resultados del diseño realizado, del sistema construido y algunos prototipos construidos por la maquina.

albertopavanegas@gmail.com

**Palabras claves:** control numérico computacional, cnc, prototipado, impresoras 3d.

IM5090

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TERMOMETRÍA INFRARROJA PARA LA MEDICIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO EN SÓLIDOS

*Diego Fernando Valencia Grisales - Universidad del Quindío*

*Fernando Gordillo Delgado - Universidad del Quindío*

*Alexander García Giraldo - Universidad del Quindío*

El calor específico ( $C_p$ ) es un parámetro necesario en la descripción de las propiedades de transporte de calor de un material o componente, relacionado con la adaptación a cambios de temperatura de insumos para la construcción, pegantes, aislantes térmicos y dispositivos electrónicos. En este trabajo se implementó un sistema de termometría infrarroja (IR) para determinar el valor de la  $C_p$  a través de la medición con termómetros IR, del comportamiento de la temperatura de sólidos irradiados con luz láser de 450 nm, a frecuencias entre 1 Hz y 27 Hz, usando una tarjeta de adquisición de datos y un software especialmente diseñado para ello. La calibración del sistema se hizo con sustratos de aluminio, hierro y cobre; los datos obtenidos fueron comparados

con los reportados en la literatura, encontrando similitud entre los valores.

fgordillo@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** calor específico, termometría infrarroja, relajación térmica, cámara de vacío.

IM5120

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MEDIDOR DE LONGITUD DE ONDA

*Rafael Ortega Cohen - Universidad Tecnológica de Bolívar*  
*Alberto Patiño-Vanegas - Universidad Tecnológica de Bolívar*  
*Hernando Altamar-Mercado - Universidad Tecnológica de Bolívar*

Debido a la necesidad de medir la longitud de onda de un haz monocromático de luz surgió el reto de diseñar e implementar un medidor de longitud de onda basado en un arreglo 2D de fotodiodos que reaccionan a determinados colores (Rojo, Azul y Verde). El trabajo consistió en modelar la matriz característica del comportamiento del sensor partiendo de sus parámetros de diseño y desarrollando un algoritmo ajustable al sistema teniendo en cuenta el comportamiento de la luz y de los elementos sensores. La calibración se realizó comparando las medidas con las de un equipo de laboratorio previamente calibrado. Como resultado se obtuvo un medidor de longitud de onda completamente libre e implementado con una tarjeta de adquisición de datos capaz de hacer mediciones con un error cercano al 3% con alta precisión y exactitud.

rafael.ortega.cohen@gmail.com

**Palabras claves:** longitud de onda, sensor rgb.

IM513P

## CURRENT SENSOR BASED ON OPTICAL FIBER

*Fabián René Costa Mora - Universidad Popular del Cesar*  
*Sandra Emilia Molina Montero - Universidad Popular del Cesar*  
*Cesar Orlando Torres Moreno - Universidad Popular del Cesar*

En este artículo se presenta un novedoso sensor de fibra óptica que puede medir corriente de forma indirecta, el cual consiste en un inductor acoplado magnéticamente, una fibra óptica multimodo, un Mode Scrambler y un medidor de potencia. El principio físico en que está basado el dispositivo, es la medición de forma indirecta de la curvatura obtenida en la fibra óptica cuando un campo magnético inducido por el flujo de corriente de la bobina flexiona el soporte donde se ha sujetado la fibra. La corriente eléctrica está relacionada con el vector de fuerza que ocasiona la curvatura en la fibra, y esta a su vez con la atenuación de la potencia de la luz recibida. El experimento realizado mostró las ventajas de los montajes basados en fibra óptica: buena resistencia mecánica, una sensibilidad apreciable, y una buena escala de medición. La aplicación de este trabajo puede extenderse a sistemas eléctricos y mecánicos en donde la interferencia electromagnética juega un papel crítico en la medición.

fcosta@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** mediciones de corriente eléctrica ; principio electromagnético; sensor de curvatura de fibra óptica.

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO DE BAJA VELOCIDAD CON DESLASTRE AUTOMÁTICO DE CARGA**

*Alina Margarita Berdugo Rodríguez - Universidad del Atlántico*

*Jairo Plaza Castillo - Universidad del Atlántico*

*Alvaro Pérez Tirado - Universidad del Atlántico*

El sector energético mundial ve la necesidad de aprovechar los recursos naturales como fuentes de energías alternas dado su gran potencial y su condición de ser inagotables, razón por la cual se sugiere la generación de energía eléctrica a partir de fuentes como la radiación solar, los vientos, las mareas, etc. Para la obtención de energía a partir de los vientos, se han diseñado aerogeneradores con aspas hasta de 50 metros de longitud, pero a pequeña escala las soluciones no son comerciales y se recurre a la adaptación de los elementos existentes. Con la presente investigación se diseñó y construyó el prototipo de un generador eléctrico de baja velocidad para incorporar a un sistema de generación eléctrica, accionado con fuentes no convencionales de energía como la eólica. Se trabajó en el diseño del rotor y estator del generador eléctrico, la redistribución de los imanes permanentes y se adicionarán componentes electrónicos para mejorar su eficiencia. Se da por sentado el cumplimiento de los objetivos cuando se empalme el nuevo generador a un molino eólico con aspas de 110 cm de largo y se generen voltajes que permitan el almacenamiento de la energía eléctrica en baterías convencionales.

**Palabras claves:** generador eólico, deslastre de carga, energía eólica.

IM599P

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN, DE UN LÁSER DE CO2 CON UNA POTENCIA DE 60 W**

*Víctor Alfonso Diaz Gomez - Grupo de Instrumentación Científica & Didáctica,  
Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias y Educación Universidad Distrital,  
Bogotá D.C. . AXIOMATICA S.A.S.*

*Jose Manuel Florez Perez - Grupo de Instrumentación Científica & Didáctica,  
Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias y Educación Universidad Distrital,  
Bogotá D.C.*

*Edwin Alejandro Diaz Gomez - AXIOMATICA S.A.S.*

Las principales aplicaciones de los láseres se encuentran en la industria metal – mecánica, plástica, textil, entre otras, ya que sus altas potencias y sus altos valores de velocidad de trabajo han hecho eficiente la producción bajando costos en un mismo tiempo. El objetivo principal de este trabajo de investigación es mostrar la descripción de las partes de un equipo láser de CO<sub>2</sub>, diseño y planos desarrollados con el programa solid edegs, proceso de ensamble, circuito eléctrico entre otros. Esto debido a que la construcción del equipo conlleva varios procedimientos en los cuales se debe tener en cuenta las teorías físicas que involucran el entendimiento de la radiación coherente y estimulada, inversión de población. De esta manera se espera que los estudiantes experimenten con tecnologías como motores paso a paso, termocuplas, sensores de movimiento, osciloscopios, fuentes de

poder, lentes, tubos laser, relevos, borneras, servomotores, coordinadores de movimiento, pantallas táctiles, variadores de frecuencia, componentes neumáticos y en general, elementos que se construyen teniendo en cuenta la necesidad del ensamble del Láser de CO<sub>2</sub> de 60 W de Potencia.

[jmflorezp@gmail.com](mailto:jmflorezp@gmail.com)

**Palabras claves:** láser, co<sub>2</sub>, termocuplas, servomotores, diseño, ensamble, radiación coherente, inversión de población.

IM625P

## **MODIFICACIÓN DE HORNO MICROONDAS CONVENCIONAL PARA REALIZAR SÍNTESIS QUÍMICA ASISTIDA POR MICROONDAS CON SUMINISTRO CONTINUO DE POTENCIA.**

*Dedison Stiven Peña Soto - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
Carlos Vargas Hernández - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

En los últimos años ha incrementado el uso de la tecnología de microondas para realizar síntesis de materiales. Dicha síntesis se realiza comúnmente en los laboratorios utilizando hornos microondas convencionales, los cuales presentan la dificultad de que vienen diseñados para trabajar a máxima potencia, de forma que para trabajar a potencias menores se utiliza un temporizador que controla el ciclo de encendido y apagado del transformador que suministra energía al magnetrón para obtener la potencia deseada. En este trabajo se realizó una modificación al circuito eléctrico de un horno microondas doméstico añadiendo componentes como un

transformador extra, un autotransformador, un medidor de potencia eléctrica, entre otros, con el fin de suministrar energía de forma continua cuando se trabaje a potencias menores que la máxima permitida. Se sintetizaron nanopartículas de plata utilizando el equipo y, paralelamente se realizó el mismo procedimiento en un horno microondas sin modificar; dicha síntesis se hizo para diferentes potencias de trabajo. Los resultados fueron analizados por medio de espectroscopia UV-visible, se observó que las nanopartículas de plata obtenidas con el horno microondas modificado presentan una menor dispersión de tamaño que las que se obtuvieron con el equipo que no se modificó.

dspenas@unal.edu.co

**Palabras claves:** microondas,síntesis,potencia.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## ELECTRICAL CONDUCTIVITY RELAXATION IN A POLYMER NANOCOMPOSITE BASED ON POLY (VINYL ALCOHOL) (PVA)/CHITOSAN (CS)/CH<sub>2</sub>CH(CO<sub>2</sub>Na)/TiO<sub>2</sub>

*Oscar Cardona - Universidad del Valle*

*Rubén A. Vargas - Universidad del Valle*

We report on low-frequency impedance measurements as a function of temperature on well-characterized nanocomposites membranes based on the anhydrous PVA/CS/CH<sub>2</sub>CH(CO<sub>2</sub>Na)/TiO<sub>2</sub>. A typical power-law dependency in the real part of the conductivity at higher angular frequencies ( $\omega = 2\pi f$  (Hz)) of the form  $\sigma \propto \omega^{-n}$ , with  $0 < n < 1$ , is observed, showing electrical relaxation among ions hopping. An analysis of the frequency and temperature dependences of the electrical susceptibility is conducted, showing an inverse behavior,  $1/\omega$ , and an Arrhenius-type thermal activated variation at lower frequencies. On the other hand, the saturated value observed at high frequencies,  $\epsilon_{\infty}$ , remains almost constant with temperature at about 7.6. The dielectric permittivity of the membranes at lower frequencies is very sensitive to their composition showing the highest value of the order of  $3 \times 10^4$  for the weight ratio PVA:CS = (80:20), while by adding TiO<sub>2</sub> at 1% concentration, it is about  $3 \times 10^3$ . Using the alternative electric modulus formalism,  $M''(\omega) = \epsilon''(\omega)^{-1}$ , well-defined peaks are observed in the imaginary part, which are thermally activated, confirming conductivity relaxation in ionic motion. One or more peaks are observed in the  $M''(\omega)$  spectra,

indicating two types of relaxation in some compositions. Although all the composites exhibit a “universal dynamic response” associated with the random hopping of the mobile carriers, variations in the measured relaxation parameters with titania content indicate an increase of ionic correlations when adding the nanoparticles to the polymer blending with PVA/CS weight ratio of 80:20.

ruben.vargas@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** ionic conductivity, poly (vinyl alcohol), electrical relaxation, electric modulus.

MC380

## EXTENSIÓN DEL FORMALISMO DE BOGOLIUBOV-DE GENNES PARA EL RASTREO DE FERMIONES DE MAJORANA LIBRES EN GASES FERMIONICOS ULTRAFRÍOS

*Angélica Pérez - Universidad del Valle*

*Karen Rodríguez - Universidad del Valle*

*Arturo Argüelles - Universidad Santiago de cali*

Las excitaciones colectivas de un sistema, en particular a bajas temperaturas, se comportan como cuasi-partículas con propiedades que pueden diferir de las partículas constituyentes. Hoy en día, se persiguen, tanto teórica como experimentalmente, la excitaciones exóticas llamadas fermiones de Majorana o modos de borde, las cuales tienen la característica especial de ser su propia antipartícula y por tanto son modos de cero energía. Éstas fueron propuestas en

1937 en el campo de altas energías, pero sólo hasta 2012 en el contexto de la materia condensada fue posible la realización de arreglos experimentales que presentaron lo que parecen ser señales de dichos modos. En ese sentido, este trabajo busca rastrear dichas excitaciones desde el modelo de Kitaev, el cual considera la descripción teórica más simple que soporta dichas excitaciones. Para resolver este problema se busca simular un arreglo artificial de un nano-hilo a través de una cadena unidimensional de átomos fermionicos sin epín ultrafríos. En esa dirección se usa la transformada de Fourier discreta seno tipo I, con el propósito de llevar el Hamiltoniano del sistema desde el espacio de posición al espacio de momento, protegiendo las condiciones de frontera fijas en el sistema. Posteriormente se propone usar un operador de Nambu de dimensión  $L$  para conseguir diagonalizar el sistema desde el formalismo de Bogoliubov-de Gennes. De ésta manera se consigue un espacio donde la representación en Majoranas se puede diagonalizar y es posible obtener el conjunto de parámetros para los cuales se estabilizan dichos modos de energía nula. Finalmente se presenta una comparación entre los resultados numéricos y teoría de perturbaciones a segundo orden en los casos donde no se encuentran Majoranas libres obteniendo un acuerdo perfecto.

angelicaperlo@gmail.com

**Palabras claves:** fermiones de majorana, transición de fase topológica, transformación de bogoliubov-de gennes, modos de energía cero, condiciones de frontera de fijas.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES  
MECÁNICAS Y ÓPTICAS DE PINTURAS  
COMERCIALES DE ALTA TEMPERATURA  
DEPOSITADAS SOBRE SUSTRATOS METÁLICOS CON  
APLICACIONES EN CALENTADORES SOLARES.**

*Sarah Hincapie Úsuga - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Bayron Esteban Rios Bravo - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Beatriz Cruz Muñoz - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Mauro Santelis - Universidad Autónoma Metropolitana*

*Humberto Gonzáles - Universidad Autónoma Metropolitana*

*Rubén Dorantes - Universidad Autónoma Metropolitana*

*Patricia Amézaga - Centro de Investigación en Materiales Avanzados*

*Mario Miki Yoshida - Centro de Investigación en Materiales Avanzados*

Se presenta un estudio comparativo de pinturas comerciales de alta temperatura (Comex, Truper y PPG) depositadas sobre sustratos metálicos de cobre y aluminio para utilizarlos como absorbedores en calentadores solares planos. El espesor de los recubrimientos se midió con un PosiTector 6000, obteniendo grosores entre 11 y 66  $\mu\text{m}$ ; la adhesión de las películas se clasificó como 5B, lo que implica un rango de desprendimiento entre 0 y 5 %; la dureza se estableció en el rango entre 4H (muy dura - pintura PPG) y 3B (suave - las demás). En cuanto a las propiedades ópticas se midió la reflectancia con un Cary 5000 e indirectamente se obtuvo una absorbancia que varía entre 0,62 y 0,91. La emitancia térmica se midió utilizando una cámara termográfica (marca Flir, modelo E40) en un rango de temperatura entre 40 y 160°C, y se obtuvo una variación entre 0,83 y 0,98. Se concluye que los recubrimientos de las pinturas Comex y Truper presentan baja dureza, pero alta

adhesión (0 % del recubrimiento removido); mientras que los recubrimientos hechos con PPG muestran una alta dureza y alta adhesión (5% removido). Por lo tanto, las pinturas presentan buenas propiedades de adherencia, variaciones en su dureza y absorción, pero tienen una alta emisividad; lo cual implica que se debe desarrollar una alternativa para reducir ésta última a valores cercanos o inferiores a 0,1. Definitivamente, realizar este procedimiento experimental es oportuno para encontrar un recubrimiento que presente características ideales para ser usado como absorbedor en colectores solares planos.

esrios@utp.edu.co

**Palabras claves:** calentadores solares, pintura de alta temperatura, absorbedor solar, emisividad térmica.

MC430

## THEORETICAL PHASE DIAGRAM FOR NORMAL-TO-SUPERIONIC PHASE TRANSITIONS

*Rubén Antonio Vargas Zapata - Universidad del Valle*

In a previous paper [1], we have proposed a modified Huberman model of cooperative Frenkel defects in ionic solids to explain the normal-to-superionic phase transition observed mainly in AgI-type ionic solids. This model allows for first-order phase transitions in a well-defined range of variation of the model parameters representing the energy of the disordered ions (defect generation,  $U_i$ , defect-defect interaction,  $U$  and the contribution from the phonon entropy with coupling constant,  $\chi$ ). Moreover, the model

also predicts transition temperatures ( $T_c$ ) for continuous phase transitions. In this work, I present a phase diagram for the coexistence curve of the concentration of defects in the normal and the superionic phase versus temperature. The transition temperature or isotherms,  $T_t$ , are obtained from the following expression in the  $x, \square$  plane:  $\tau_t = 3x \ln(\square) / ((x-1))$ , for  $x > 1$ , where:  $\tau_t = U_i / (k_B T_t)$  and  $x = U_i / U$ . The critical point or continuous phase transition occurs at  $\tau_c = 4x$ .

ruben.vargas@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** phase diagram, cooperative model, superionic phase, frenkel defects.

MC49P

## CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA DEL SISTEMA CO 3 O 4 + PVOH CON APLICACIÓN DE UN CAMPO MAGNÉTICO CONSTANTE H, MEDIANTE EL USO DE LA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA DE IMPEDANCIA COMPLEJA (IS) EN ALTAS TEMPERATURAS

*Melisa Buendía Tamayo - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín*  
*Wilmer de Jesus Saldarriaga - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín*  
*Victor Hugo Zapata - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín*

Resultados en espectroscopia de impedancia muestran valores altos en conductividad eléctrica ( $10^{-2}$ – $10^{-3}$  S/cm) en muestras de  $\text{Co}_3\text{O}_4$  + PVOH con aplicación de un campo magnético constante  $H$  ( $\square 20$  mG) con barridos en temperatura entre los 80 y 200  $\square\text{C}$ , indicando un enlace estructural entre los iones de  $\text{Co}^{3+}$  y su

entorno, y el cual ha disminuido encontrando energías de activación para el ion cobalto de  $\approx 1$  eV en comparación con medidas realizadas sin campo H y ajustando mediante el modelo Arrhenius. Los barridos en frecuencia muestran un comportamiento dinámico reflejado en los gráficos de la parte imaginaria del modulo eléctrico y la impedancia entre 42 Hz y 5 MHz mostrando dos efectos resistivos asociados a las especies móviles de carga  $\text{Co}^{3+}$  y  $\text{O}^{4-}$  y un efecto capacitivo permitiendo el ajuste y análisis de datos a circuitos RC, con valores de capacitancia del orden de  $10^{-9}$  nF. Los resultados de la conductancia con frecuencia muestran un comportamiento que obedece la ley universal de relajación de Jonscher ( $\sigma = \sigma_{dc} + \alpha \omega^n$ ) con valores obtenidos para el exponente n ( $0,7 < n < 1$ ).

wjsaldarriagaa@unal.edu.co

**Palabras claves:** pvoh, polímeros, impedancia.

MC50P

## **ELECTRODEPOSICIÓN DE PELICULAS MAGNÉTICAS CONIFE SOBRE ELECTRODOS DE HOPG**

*Andrés Felipe Plaza Martínez - Universidad del Quindío  
Jose Humberto Castillo Chamorro - Universidad del Quindío  
Diego Arias Serna - Universidad del Quindío*

En este trabajo se estudia la electrodeposición de películas magnéticas de CoNiFe en ausencia y presencia de un campo magnético de 4 mT generado por un sistema de bobinas de Helmholtz, donde la celda electroquímica que consta de electrodos

de trabajo de grafito pirolítico altamente orientado (HOPG), un electrodo de referencia de Ag-AgCl y un contraelectrodo de platino se ubica en el centro de las bobinas. El electrolito es una disolución saturada con 0.300 Molar (M) de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , iones electroactivos con 0.080 M de  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0.015 M de  $\text{FeSO}_4$  y 0.020 M de  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y se controla el pH con 0.400 M de  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . Las curvas obtenidas por voltametría cíclica muestran un potencial de reducción único alrededor de  $-0.6\text{ V}$  cuando se crece sin campo magnético y de  $-1.0\text{ V}$  en presencia de campo magnético, evidenciando la electrodeposición de una aleación y no de elementos por separado para los dos casos. Las aleaciones de CoNiFe presentan estructuras cristalinas: fcc y bcc, aquellas en las que coexisten ambas estructuras tienen un menor tamaño de grano y, generalmente, son magnéticamente más blandas. Se encuentra que las muestras electrodepositadas en presencia de un campo magnético induce anisotropía.

afplazam@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** películas magnéticas, electrodeposición.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA DEL SISTEMA CO3O4 + PVOH MEDIANTE EL USO DE LA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA DE IMPEDANCIA COMPLEJA (IS) EN ALTAS TEMPERATURAS.

*Maria Alejandra Ruiz Soto - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellin  
Wilmer de Jesus Saldarriaga Agudelo - Universidad Nacional de Colombia Sede  
Medellin*

*Victor Hugo Zapata Sanchez - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellin*

Resultados en espectroscopia de impedancia muestran valores altos en conductividad eléctrica ( $10^{-3}$ – $10^{-4}$  S/cm) en muestras de Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + PVOH con barridos en temperatura entre los 80 y 200 °C, indicando un fuerte enlace estructural entre los iones de Co<sup>3+</sup> y su entorno con el sistema encontrando energías de activación para el ion cobalto de ~ 1.13 eV y ajustando mediante el modelo Arrhenius. Los barridos en frecuencia muestran un comportamiento dinámico reflejado en los gráficos de la parte imaginaria del modulo eléctrico y la impedancia entre 42 Hz y 5 MHz permitiendo el ajuste y análisis de datos a un circuito RC, con valores de capacitancia del orden de 10<sup>-9</sup> nF. Los resultados de la conductancia con frecuencia muestran un comportamiento que obedece la ley universal de relajación de Jonscher ( $\sigma = \sigma_{dc} + \alpha \omega^{-n}$ ) con valores obtenidos para el exponente n ( $0,7 < n < 1$ ), también los gráficos de la frecuencia pico de relajación  $\omega_p$  vs. temperatura nos muestran un proceso activado térmicamente con la misma energía de activación del ion.

maaruizso@unal.edu.co

**Palabras claves:** pvoh, polímeros, impedancia.

MC56P

## **ESTUDIO CINÉTICO DE LA OXIDACIÓN A ALTAS TEMPERATURAS DE $\text{TiO}_2$ SOBRE LA SUPERFICIE DE LÁMINAS DE TITANIO EN ATMÓSFERA DE AIRE**

*Julio César Sánchez Beltrán - Grupo de Física de Materiales Inorgánicos y Orgánicos*

*Andriws Daniel Montoya Castro - Grupo de Física de Materiales Inorgánicos y Orgánicos*

*Jose Humberto Castillo Chamorro - Grupo de Física de Materiales Inorgánicos y Orgánicos*

En este trabajo reportamos el estudio de la cinética de oxidación térmica a 1173 K realizada a láminas de titanio con pulido mecánico en atmósfera de aire durante diferentes intervalos de tiempos. Se evidencia la presencia de una película de óxido que incrementa su masa con el aumento del tiempo de oxidación. Se encontraron masas desde  $0,3 \pm 0,1$  mg para la lámina oxidada durante 2 h hasta  $8,6 \pm 0,1$  mg para la lámina oxidada durante 6 h. Una vez los sustratos se mantienen a 1173 K durante los diferentes intervalos de tiempos las muestras oxidadas se enfrían rápidamente sacándolas del horno, presentándose desprendimiento de la capa de óxido, lo cual es interpretado en términos esfuerzos de compresión generados entre la superficie del metal y del óxido formado en el momento de un enfriamiento rápido; se observa una cinética de oxidación que sigue un comportamiento exponencial. Por otra parte para una lámina oxidada durante 6 horas y enfriada lentamente a temperatura ambiente a la inercia del horno, se

encuentra una masa de  $16.7 \pm 0,1$  mg y se observó una variación significativa de dureza de la capa de óxido para este tratamiento. Los ensayos de difracción de rayos X, mostraron la presencia de estructuras tipo  $\text{TiO}_2$  principalmente estructuras de anatasa con predominio de la estructura rutilo. El análisis morfológico por microscopía electrónica de las muestras de  $\text{TiO}_2$  metalizadas con oro, indica el crecimiento de estructuras nano cristalinas de tamaños entre 150 y 600 nm.

jcsanchezb@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** óxido de titanio, cinética química, oxidación térmica, nanocristales.

MC580

## TRANSICIONES ÓPTICAS EN EL RANGO DE TERAHERTZ EN UN POZO CUÁNTICO ESCALONADO

*Valentína Martínez - Universidad EIA*

*Juan Pablo González - Universidad EIA*

*Ricardo León Restrepo arango - Universidad EIA*

*Carlos Alberto Duque E. - Universidad de Antioquia*

*Álvaro Luis Morales A - Universidad de Antioquia*

Se analizan los niveles de energía de cada estado, las transiciones permitidas, las funciones de onda electrónica y el comportamiento de los elementos de matriz de un dipolo en un pozo cuántico escalonado de  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  /  $\text{GaAs}$  de acuerdo a los parámetros que definen la forma del potencial del pozo: los anchos de los pozos y las alturas de las barreras. Se estudian las transiciones electrónicas intersubbanda y las respuestas ópticas no lineales para el estado

base y los más bajos estados excitados confinados. El potencial se consigue variando la estequiometría vía la concentración de Aluminio ( $0 < x < 0.35$ ) y los efectos de los agentes externos; se usa el método de función de onda envolvente y la aproximación de masa efectiva. También se aplica un campo eléctrico estático en la dirección de crecimiento de la nanoestructura semiconductor y un campo magnético perpendicular pero independiente. Se incluye el estudio del efecto de un láser intenso no resonante en el perfil del potencial escalonado, en las propiedades electrónicas y en los valores esperados del dipolo. Se encontró que las respuestas ópticas no lineales resuenan en el rango espectral de los Terahertz.

ricardo.restrepo@eia.edu.co

**Palabras claves:** pozo cuántico, óptica no lineal, campo eléctrico, campo magnético.

MC59P

## GENERACIÓN DE SEGUNDO Y TERCER ARMÓNICO EN POZOS CUÁNTICOS CON POTENCIAL DE MORSE

*Esin Kasapoglu - Cumhuriyet University*

*Fatih Urgan - Cumhuriyet University*

*Juan Pablo González - Universidad EIA*

*Ricardo León Restrepo Arango - Universidad EIA*

*Álvaro Luis Morales A - Universidad de Antioquia*

*Carlos Alberto Duque E - Universidad de Antioquia*

En este trabajo se utiliza la forma del potencial de Morse como perfil de confinamiento de electrones en un pozo cuántico semiconductor de GaAlAs la idea es que este modelo puede

representar la interdifusión de la concentración de los materiales del pozo y la barrera. Se estudian los efectos del parámetro geométrico que define el ancho efectivo de la región de confinamiento de los electrones, del campo eléctrico, el campo magnético y de un láser intenso en los coeficientes no lineales de la absorción y la rectificación óptica asociados con la transición intersubbanda entre los el estado base y los primeros estados excitados de un electrón en un pozo cuántico con perfil de potencial Morse. Los valores de la energía y las funciones de onda se calculan dentro de la aproximación de masa efectiva y la técnica de función de onda envolvente. Dado el carácter asimétrico de las barreras del potencial escogido las respuestas ópticas presentan diferente comportamiento en dependencia con cada tipo de campo aplicado.

ricardo.restrepo@eia.edu.co

**Palabras claves:** generación de segundo y tercer armónico, pozos cuánticos, potencial de morse.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ABSORCIÓN ÓPTICA INTERSUBBANDA EN SEMICONDUCTORES UNIDIMENSIONALES DE GAN-INGAN-ALGAN

*Ricardo León Restrepo Arango - Universidad EIA*  
*Álvaro Luis Morales A - Universidad de Antioquia*  
*Carlos Alberto Duque E - Universidad de Antioquia*

El potencial de confinamiento de electrones en un pozo cuántico de GaN-InGaN-AlGaN está determinado por la diferencias de constante de red de los materiales de las barreras y del pozo. Estas diferencias producen campos eléctricos auto inducidos en el semiconductor. Se analiza la dependencia con la concentración de los materiales del pozo y de la barrera, además se varían sus longitudes. Se estudian estos efectos sobre las transiciones intersubbanda para los primeros siete estados confinados del electrón. Los valores de la energía y las funciones de onda se calculan dentro de la aproximación de masa efectiva como función dependiente de la coordenada  $m^*(z)$  y la técnica de función de onda envolvente. Por el perfil asimétrico del potencial generado, los estados pueden ser localizados o deslocalizados para diferentes anchos del pozo cuántico, ancho de la barrera y la concentración. Se analizan las resonancias de las respuestas ópticas en el espectro del infrarrojo cercano.

ricardo.restrepo@eia.edu.co

**Palabras claves:** absorción óptica, pozos cuánticos simples, gan-ingan-algan.

## FOTODETECTOR DE 233 MEV CON POZOS CUÁNTICOS TRIPLES DELTA DOPADOS

*Luisa Fernanda Castaño Vanegas - Universidad EIA*

*Ricardo León Restrepo Arango - Universidad EIA*

*Juan Carlos Martínez Orozco - Universidad Autónoma de Zacatecas*

*Álvaro Luis Morales A - Universidad de Antioquia*

*Carlos Alberto Duque E - Universidad de Antioquia*

El presente cálculo teórico se realiza en un pozo cuántico triple de AlGaAs/GaAs delta dopado ( $\delta$ -TQW) bajo los efectos de campos eléctricos y magnéticos externos. Los efectos del dopado delta sobre las transiciones de energía del  $\delta$ -TQW también se discuten en detalle. Utilizamos un delta dopado en el centro de cada pozo cuántico. Seguimos las reglas de selección para las transiciones permitidas en la nanoestructura, también se analizan los elementos de matriz de dipolo. Los resultados se dan como funciones del dopado en el pozo cuántico individual y en los pozos dobles, respectivamente. Se discuten los efectos del ancho de los pozos cuánticos y del tamaño de las barreras, además de las intensidades de campo eléctrico y magnético. Las transiciones se sintonizan en el régimen del espectro del infrarrojo medio, se encuentra que este sistema se comporta como un fotodetector de 233 meV cuando ocurren transiciones doblemente resonantes.

ricardo.restrepo@eia.edu.co

**Palabras claves:** fotodetector, pozos cuánticos triples, delta dopados.

## BERRY PHASE: A TOOL TO STUDY QUANTUM PHASE TRANSITIONS

*Daniel Camilo Padilla-González - Universidad Nacional de Colombia*

*Jererson Silva-Valencia - Universidad Nacional de Colombia*

*Roberto Franco - Universidad Nacional de Colombia*

The classical phase transitions as well as quantum phase transitions are usually classified as first and second kind transitions. This classification depends of the behavior of an \textit{order parameter} as a function of thermodynamic or internal parameters of the system. However, this classification is not complete. In fact, there are some kind of phase transitions which cannot classify as a first or second order phase transitions as the \textit{Kosterlitz}-\textit{Thouless transition}. This new type phase transitions are characterized by some kind of \textit{topological invariants} and the topological phases described by this invariants are robust against thermal effects or presence of impurities in the system. An example of this invariants is the Berry phase which is a non-trivial phase due to a smooth evolution of the system. In this work, we study the possibility of use the Berry phase to determine the critical points of quantum phase transition for some one dimensional systems. In particular, with aid of this topological invariant, we give a description of topological phase transitions in one dimensional models like Heisenberg model or the Su-Schrieffer-Heeger model for polyacetylene.

dcpadillag@unal.edu.co



**Palabras claves:** quantum phase transition, berry phase, topological invariants.

MC82P

## PROPIEDADES TERMOELÉCTRICAS EN CERÁMICAS DEL TIPO CA349 DOPADAS CON GADOLINIO

*Adam Sebastián Gutiérrez Martínez - UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

*Juan Carlos Gutiérrez Vanegas - UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

*Julio Evelio Rodríguez López - UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

Utilizando el método de reacción de estado sólido se prepararon muestras policristalinas del compuesto  $\text{Ca}(3-x)\text{Gd}_x\text{Co}_4\text{O}_9$  ( $0.0 \leq x \leq 0.12$ ). Sus propiedades de transporte se estudiaron a partir de mediciones de resistividad eléctrica y coeficiente Seebeck en función de la temperatura y el contenido de gadolinio, en el rango de temperatura entre 85K y 300K. Las propiedades estructurales y morfológicas fueron estudiadas mediante análisis de difracción de rayos-X (XRD) y microscopía electrónica de barrido (SEM), respectivamente. El coeficiente Seebeck es positivo en todo el rango de temperatura estudiado, lo que sugiere una conducción dada por portadores de carga positivos, y su magnitud se incrementa con el contenido de gadolinio desde  $140 \mu\text{V/K}$  hasta  $200 \mu\text{V/K}$ . La resistividad eléctrica muestra un comportamiento de carácter metálico, que se describe mediante un mecanismo de pequeños polarones. Las propiedades termoeléctricas se evaluaron a través del cálculo del factor de potencia termoeléctrico PF, el cual alcanza valores máximos cercanos a  $8 \mu\text{W/K}^2\text{cm}$  para la muestra con  $x = 0.04$ . Estos resultados permiten considerar este tipo de

cerámicas como materiales útiles para el desarrollo de dispositivos termoelectricos.

asgutierrezm@unal.edu.co

**Palabras claves:** materiales termoelectricos, compuestos ca349, rendimiento termoelectrico, propiedades de transporte.

MC95P

## OPTIMIZACIÓN DE LA CORRIENTE CRÍTICA EN MUESTRAS VOLUMÉTRICAS DEL SUPERCONDUCTOR YBCO

*Adriana Lizeth Blandón Pedraza - Universidad Nacional de Colombia*

*Héctor Fabio Castro Serrato - Universidad Nacional de Colombia*

Los superconductores de alta temperatura crítica presentan una estructura granular cuando estos son fabricados en forma volumétrica. Su uso en aplicaciones tecnológicas es afectado por conexiones débiles (uniones Josephson) localizadas entre los granos, dado que disminuyen la conducción de la corriente superconductora y hacen al superconductor más sensible a campos magnéticos. Con el objetivo de mejorar la conexión entre granos y consecuentemente la densidad de corriente crítica intergranular, se fabricaron muestras volumétricas de  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  variando la presión de compactación de 191 MPa a 446 MPa, la temperatura en el ciclo de sinterizado de 700 °C a 900 °C y el porcentaje de plata adicionada del 0 al 20 % wt. Las muestras fueron caracterizadas por difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido y susceptibilidad magnética AC obteniendo para cada muestra los

valores de temperatura crítica, fracción superconductora, densidades de corriente inter e intragranular y tamaño promedio de los granos. Los resultados fueron analizados y correlacionados con los parámetros del proceso de fabricación, encontrando que las muestras fabricadas con una presión de 446 MPa y un 15 %wt de plata adicionada mejoran el acoplamiento entre granos, la fracción de volumen que se encuentra en fase superconductora, la temperatura crítica y la densidad de corriente crítica.

alblandonp@unal.edu.co

**Palabras claves:** densidad de corriente crítica, susceptibilidad magnética ac , ybco.

MC1000

## APROXIMACIÓN SEMICLÁSICA AL PROBLEMA DE TUNELAMIENTO RESONANTE EN REDES ÓPTICAS UNIDIMENSIONALES

*Carlos David Cerón Erazo - Universidad del Valle*  
*Carlos Alberto Parra Murillo - Universidad del Valle*  
*Javier Madroñero Pabón - Universidad del Valle*

Átomos ultrafrios confinados en potenciales ópticos con periodicidad espacial han mostrado gran versatilidad para simular sistemas físicos especialmente en la rama del estado sólido y la materia condensada. Esto se debe a que parámetros experimentales son controlados con gran precisión en una, dos o tres dimensiones espaciales. Para el estudio de sistemas de muchas partículas interactuantes la descripción mas usada es el hamiltoniano de

Bose-Hubbard para sistemas de pocas partículas, mientras que en el límite macroscópico, es decir, cuando el número de partículas es suficientemente grande, se suele utilizar la ecuación de Gross-Pitaevski. En este trabajo estudiaremos un sistema unidimensional en el límite semiclásico usando el método de "c-numbers" para analizar el tunelamiento resonante inducido a través de un campo externo del tipo Stark. Para esto derivamos un Hamiltoniano efectivo en la representación de Wannier-Stark el cuál se reduce a un sistema de espines clásicos acoplados con sus primeros vecinos. Presentamos un estudio sobre la estabilidad del sistema y fenómenos emergentes como el "spin-squeezing" en el régimen caótico.

carlos.ceron.erazo@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** átomos ultrafríos, materia condensada, hamiltoniano de Bose-Hubbard, ecuación de Gross-Pitaevski, estados de Wannier-Stark, spin-squeezing, caos.

FISICA Y REALISMO MÁGICO



## CARACTERIZACIÓN DE LA MANGANITA PR<sub>0.8</sub>CA<sub>0.2</sub>MNO<sub>3</sub> EN BLOQUE

*Carlos William Sánchez - Grupo de Películas Delgadas, Departamento de Física,  
Universidad del Valle*

*John Schneider Betancourt Ramírez - Centro de Excelencia en Nuevos Materiales,  
Universidad del Valle*

*Wilson Lopera Muñoz - Grupo de Películas Delgadas, Departamento de Física,  
Universidad del Valle*

El óxido de manganeso con estructura Perovskita,  $R_{1-x}A_xMnO_3$ , donde R y A son elementos metálicos de tierras raras y alcalinas, respectivamente, presenta dos posibles estados base; uno de metal ferromagnético y uno de aislante antiferromagnético acompañado por el ordenamiento orbital y/o de carga. La manganita  $Pr_{1-x}Ca_xMnO_3$  con  $x = 0,2$  constituye un material ferromagnético a baja temperatura ( $<130$ ) y un material paramagnético aislante a alta temperatura. En este trabajo se obtuvo material en bloque correspondiente a esta estequiometría y se caracterizó químicamente mediante Análisis de dispersión de energía de rayos X (EDX), estructuralmente mediante difracción de rayos X, eléctricamente mediante curvas R-T y magnéticamente mediante isotermas de histéresis, de manera que se garantizara la fase requerida en el material sinterizado, para su posterior uso como blanco en el proceso de pulverización catódica. El material obtenido presenta una estructura pseudo cúbica con un comportamiento ferromagnético por debajo de  $T_c = 107$  K, con campos coercitivos  $\sim 185$  Oe medidos a 10K.

**Palabras claves:** manganitas, perovskitas, ferromagnetismo, rietveld.

MC1100

## **ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ELÉCTRICAS EN DC DEL CARBÓN ACTIVADO OBTENIDO DEL PRECURSOR GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH**

*Rafael Aberto Arias Niquepa - Universidad del Quindío*

*Jhon Jairo Prías Barragán - Universidad del Quindío*

*Hernando Ariza Calderón - Universidad del Quindío*

Se fabricaron muestras de carbón activado (CA) utilizando el precursor Guadua angustifolia Kunth. Los carbones activados se obtuvieron mediante descomposición térmica en un sistema de pirolisis, bajo atmósfera controlada de N<sub>2</sub> a diferentes temperaturas de carbonización 673, 773, 873 y 973 K, y fueron activados con el agente activante NaOH. Inicialmente, se realizaron caracterizaciones morfológicas empleando la técnica de microscopía electrónica de barrido (SEM), se observó el tamaño de partícula y la formación de poros en la superficie de las muestras. Se realizaron mediciones de análisis elemental con sonda EDS en un sistema de SEM y se obtuvieron los elementos químicos que conforman el CA. Además, mediante espectroscopia Raman, se logró identificar las vibraciones de la red hexagonal (tipo grafito) para las muestras de carbón activado CA-773K, CA-873K y CA-973K. Finalmente, se realizaron mediciones de I-V por el método de Wenner y de dos puntas. Los resultados por el método Wenner presentan un comportamiento óhmico, cuya conductividad eléctrica varía con respecto a la concentración de oxígeno y el posible mecanismo de

transporte podría atribuirse a la dispersión portadores de carga con impurezas en donde la conducción eléctrica podría estar influenciado por la presencia de oxígeno. Por el método de dos puntas, se obtuvieron comportamientos no lineales debido a la unión metal-CA, lo cual podría ser utilizado en la industria de la electrónica en el campo de diodos de punto de contacto. Estos resultados sugieren que el CA podría ser un buen candidato para aplicaciones en la electrónica.

rafaelarias507@hotmail.com

**Palabras claves:** guadua angustifolia kunth, carbón activado, método de wenner, conductividad eléctrica.

MC114P

## ANÁLISIS DE PROPIEDADES MORFOLÓGICAS Y ÓPTICAS DE CAPAS ORGÁNICAS TRANSPORTADORAS DE ELECTRONES

*Carlos Alberto Hernandez Torres - Universidad Nacional de Colombia*  
*Angel Miguel Ardila Vargas - Universidad Nacional de Colombia*  
*Germán Anibal Méndez Merchán - Universidad Nacional de Colombia*

El Laboratorio de Nanoestructuras Orgánicas y Moleculares (LNEOM) de la Universidad Nacional de Colombia, está enfocado en mejorar las características físicas del dispositivo OLED en términos de electroluminiscencia, eficiencia energética, luminancia para voltajes de operación considerablemente bajos ( $V < 5$ ). Por tales razones, se ha decidido realizar estudios de cada una de las capas que conforman dicho dispositivo para buscar las

condiciones de fabricación que favorezcan las características de operación del dispositivo OLED. El trabajo pretende con asistencia de la técnica de deposición térmica en alto vacío y con los métodos de caracterización (Perfilometría, Microscopia electrónica de barrido SEM y espectrofotometría UV-Vis) obtener información de las propiedades ópticas y morfológicas de cada una de las capas del material orgánico transportador de electrones 2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole) (TPBi) depositadas sobre sustratos de vidrio variando determinados parámetros (Tasa de depósito, temperatura del sustrato y espesor de la película) controlados en el laboratorio. Los esfuerzos están centrados en observar y analizar cómo están correlacionadas las características morfológicas y ópticas de la capa transportadora de electrones (ETL) TPBi con los parámetros de depósito. Como ya se mencionó, la idea es buscar las mejores condiciones de elaboración de la capa ETL y contribuir a la mejora de la eficiencia del dispositivo OLED.

cahernandezt@unal.edu.co

**Palabras claves:** oled, electroluminiscencia, eficiencia energética, deposición térmica, capa organica, tpbi, transporte de electrones, propiedades ópticas y morfológicas, parámetros de depósito.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## ESTUDIO DEL ENTRELAZAMIENTO CUÁNTICO Y DINÁMICA EFECTIVA PARA REDES ÓPTICAS ANULARES

*Mauricio Rengifo - Universidad del Valle*

*Javier Madroñero - Universidad del Valle*

*Carlos Alberto Parra - Universidad del Valle*

El estudio de gases cuánticos espacialmente confinados en redes ópticas ha logrado imponerse como un área fuerte en la física de la materia condensada. Esta área de la física moderna se puede encasillar en el campo de sistemas cuánticos complejos estudiados, en gran parte, a través de modelo del tipo Bose-Hubbard para sistemas de muchos cuerpos. Las redes ópticas permiten atrapar átomos fríos con alto grado de control. El análisis de estas estructuras ha permitido revelar importantes comportamientos traducidos en avances experimentales excepcionales. En este trabajo estudiamos el problema de Wannier-Stark unidimensional en un escenario de muchos cuerpos. Este problema es una generalización de sistema de una partícula en cuál se han reportado resultados muy interesantes concernientes al transporte cuántico como las oscilaciones de Bloch y las transiciones del tipo Landau-Zener, las cuales son inducidas esencialmente por la aplicación de un campo externo lineal. Se presenta una descripción del sistema por medio de la construcción de un hamiltoniano efectivo basados y su tratamiento basado en la aproximación no-hermítica para estudiar efectos inducidos por el acoplamiento del sistema y su entorno. Recientemente se ha mostrado que la dinámica no hermítica permite revelar estructuras robustas a procesos de

decoherencia y la interacción entre partículas. Este sistema es estudiado mediante métodos numéricos que permiten extraer información sobre simetrías internas y correlaciones cuánticas.

mauricio.rengifo@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** ecuación maestra, bose-hubbard, wannier-stark, entrelazamiento.

MC116P

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DE GRAFITO OXIDADO OBTENIDAS A PARTIR DE ÁCIDOS PIROLEÑOSOS DE BAMBÚ

*Edward Alexander Montoya Franco - Universidad del Quindío*

*Narly Andrea Echeverry Montoya - Universidad del Quindío*

*Jhon Jairo Prías Barragán - Universidad del Quindío*

*Hernando Ariza Calderón - Universidad del Quindío*

El Grafito oxidado (GO) ha despertado gran interés en los últimos años, gracias a las excelentes propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y estructurales; las cuales están directamente relacionadas con la cantidad de óxidos en su estructura grafitica. En este trabajo se presenta la descomposición térmica de alquitrán de ácidos piroleñosos obtenidos del precursor *Guadua angustifolia* Kunth biotipo macana, como un nuevo método de bajo costo y alto rendimiento para la obtención de películas de grafito oxidado, las cuales son crecidas sobre sustratos de cuarzo, a diferentes temperaturas de carbonización variando desde 573 hasta 973 K en atmosfera de nitrógeno. Las películas fueron caracterizadas

estructuralmente mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) encontrándose las bandas en 3400, 1700 y 1060  $\text{cm}^{-1}$  pertenecientes a los grupos hidroxilo, carbonilo y epoxi respectivamente; y difracción de rayos X (DRX) observándose los picos característicos del GO en  $24^\circ$  (002) y  $45^\circ$  (001). Las películas de GO también se caracterizaron ópticamente mediante microscopia electrónica de barrido (SEM); observándose, efectos de exfoliación tipo placa gráfica. Los resultados sugieren que el método de síntesis propuesto es de fácil implementación y de bajo costo que podría emplearse en la obtención de películas de GO a gran escala.

edwardalexandermon@yahoo.es

**Palabras claves:** películas de grafito oxidado, guadua angustifolia kunth, carbonización, caracterización.

MC1360

## **RESONADORES FABRY-PEROT EXTREMAMENTE DELGADOS BASADOS EN DIELECTRICOS ARTIFICIALES DE ALTA PERMITIVIDAD**

*Juan P. del Risco - Universidad Sergio Arboleda  
Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

Los resonadores Fabry-Perot (RFP) son ampliamente utilizados en microondas y óptica, como filtros multicanal en telecomunicaciones, láseres y espectrómetros. Están compuestos típicamente por bloques transparentes de dieléctrico recubiertos con superficies altamente reflectivas. Para la mayoría de las

frecuencias la transmisión es casi nula, pero para un conjunto discreto y periódico de frecuencias es total. Esto sucede cuando el espesor del RFP es un múltiplo entero de media longitud de onda. Cuanto mayor es la reflectancia en los extremos del RFP, mayor es el factor de calidad ( $Q$ ). No es difícil obtener valores altos como  $Q \approx 1E4$ . No obstante, es un inconveniente que el espesor del dispositivo deba ser comparable o más grande que la longitud de onda. Con el objeto de reducir considerablemente el espesor, debe utilizarse un dieléctrico con alta permitividad, de modo que la longitud dentro sea mucho más pequeña que en el vacío. En microondas y óptica, los materiales usuales suelen tener permitividades relativas entre 1 y 10 y sólo para un reducido número de casos éste se aproxima a 100. En este trabajo se exploró la implementación de un RFP delgado basado en una lámina dieléctrica artificial (arreglo periódico de parches metálicos) de alta permitividad del orden de  $1E3$  o  $1E4$ . Para ello se desarrolló un modelo analítico útil para predecir el coeficiente de transmisión del RFP desde sus parámetros geométricos. Por último, se diseñó un RFP cuyo espesor es 74 veces más pequeño que la longitud de onda en espacio libre para la frecuencia de resonancia más baja, con factor de calidad  $Q \approx 8.1E3$ .

jdbaenad@unal.edu.co

**Palabras claves:** fabry-perot, dieléctrico artificial.

## MODELO SEMI-ANALÍTICO PARA APILAMIENTO PERIÓDICO 1D DE METASUPERFICIES

*Jesús A. Parra - Universidad Nacional de Colombia*

*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

El estudio de la propagación de ondas electromagnéticas en medios reales es uno de los principales problemas de la electrodinámica. Uno de los métodos más comunes en este tipo de problemas suele ser el proceso de homogeneización, el cual consiste en considerar a los elementos constituyentes del medio como mucho más pequeños que la longitud de onda, con lo cual este medio puede ser aproximado de manera efectiva como un medio homogéneo con una cierta permitividad eléctrica y permeabilidad magnética, el cuál presenta las mismas propiedades de propagación que el verdadero medio heterogéneo. Efectivamente, en el área de los metamateriales se busca hacer uso de “meta-átomos” o elementos constituyentes con tamaño eléctrico pequeño, de manera que el mencionado proceso de homogeneización sea una aproximación válida. Esto suele hacerse usando herramientas teóricas como la asociación de elementos circuitales o de polarizabilidades efectivas a cada elementos. En este orden de ideas, dentro de las estructuras más estudiadas están las metasuperficies periódicas, para las cuales suele ser más sencillo la asociación de elementos circuitales efectivos, de modo que la comprensión de cómo estos interactúan con el campo incidente se facilita. Por tanto, suele ser útil la construcción de medios volumétricos a partir del apilamiento de estas metasuperficies. En este trabajo se desarrolla un modelo

semi-analítico válido para la obtención de los coeficientes de transmisión y reflexión a través de un medio constituido mediante el apilamiento periódico de un número finito de metasuperficies a lo largo de la dirección ortogonal a cada metasuperficie.

jdbaenad@unal.edu.co

**Palabras claves:** metasuperficie, metamaterial.

MC142P

## **PLASMA ARTIFICIAL EN MICROONDAS COMPUESTO DE CINTAS METÁLICAS CON FORMA DE ZIGZAG**

*Jesús A. Parra - Universidad Nacional de Colombia*

*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

El uso de materiales que no permiten la propagación de una onda electromagnética por debajo de determinada frecuencia ha sido la principal aplicación de los plasmas tanto naturales como artificiales. El problema es que, si bien algunos materiales naturales ya presentan dicho comportamiento, lo hacen para frecuencias relativamente altas y de poca aplicación en la telecomunicaciones. Un ejemplo de esto son los metales que presentan su frecuencia de plasma en el rango óptico (frecuencias del orden de 100 THz). Mediante el diseño de metamateriales se ha logrado desplazar la frecuencia de plasma al rango del microondas (frecuencias del orden de 1GHz), rango en el cual no se ha encontrado ningún material natural. Dicho hito se logró primero a través del uso de estructuras artificiales formadas por cintas o postes de metal, muy delgados y paralelos, que aunque sí logran

bajar la frecuencia de plasma al rango de microondas, por otro lado presentan un alto grado de dificultad en su manufactura debido a lo extremadamente delgadas que deben ser las cintas o postes (en comparación con el periodo) para que la estructura pueda verse como un medio homogeneizable o continuo. En el presente trabajo se presenta un metamaterial basado en cintas metálicas con forma de zigzag formada de tiras paralelas de metal. Lo novedoso de esta estructura es que permite disminuir mucho más la frecuencia de plasma en comparación a una de estructura de cintas rectas paralelas de igual dimensión. Esto representa una mayor facilidad a la hora de su fabricación y un mejor ajuste con modelos de medio continuo.

[jdbaed@unal.edu.co](mailto:jdbaed@unal.edu.co)

**Palabras claves:** plasma artificial, metamaterial.

MC146P

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE FERRITAS DE LANTANO DOPADAS CON CERIO.

*Samir Caballero - Universidad de Córdoba*

*Juan Manuel Oviedo Cuéter - Universidad de Córdoba*

*Luis Carlos Sánchez Pacheco - Universidad de Córdoba*

Se sintetizaron Ferritas de Lantano puras y dopadas con Cerio al 1, 3 y 5% at. por el método Sol-Gel a diferentes temperaturas de calcinación. Las muestras sintetizadas fueron estudiadas utilizando difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM) y medidas magnéticas. La fase identificada para las

muestras corresponde a una estructura perovskita ortorrómbica con grupo espacial Pbnm(# 62) sin presencia de fases de impureza. La sustitución de La+3 por iones Ce+3 en la estructura de LaFeO<sub>3</sub>, induce pequeños cambios en los valores de los parámetros estructurales de las muestras, asociado a las diferencias en los radios iónicos del Cerio (114 pm) y del Lantano (116 pm). Imágenes SEM de las muestras revelan distribución de tamaños de granos con presencia de aglomeraciones asociadas al método de síntesis. La cristalinidad de las muestras se incrementa al aumentar la temperatura de calcinación, lo cual se corrobora de la estimación de tamaños de cristalino a partir de gráficas de Williamson-Hall. A partir de Curvas de M vs H a temperatura ambiente se evidencia un comportamiento ferromagnetismo débil en las muestras asociado con la inclusión de cerio.

ocjm19@gmail.com

**Palabras claves:** ferritas de lantano; método sol gel.

MC1570

## **PRODUCCIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS DE GRAFENO POR ABLACIÓN LASER**

*Juan David López Vargas - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Juan Pablo Cuenca Vargas - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Henry Riascos Landazuri - Universidad Tecnológica de Pereira*

Se sintetizó películas delgadas de grafito sobre sustratos de silicio, usando un láser Pulsado de Nd:YAG variando los parámetros del láser tales como la longitud de onda. Para la longitud de onda de



1064 nm la energía del láser fue de 348 mJ y para 532 nm la energía fue de 129 mJ, con una tasa de repetición de 10 Hz y 20 Hz respectivamente. Buscando las mejores condiciones de crecimiento para obtener grafeno, se varió la temperatura del sustrato de 200 °C a 500 °C. Todas las películas fueron crecidas a una presión de  $2 \times 10^{-5}$  Torr. Se utilizaron dos métodos de caracterización: espectroscopia Raman y Microscopia de Fuerza Atómica (AFM). Con espectroscopia Raman se identificó los modos de vibración, identificando los picos D, G y 2D, este último es fundamental para evidenciar el crecimiento de grafeno. Con AFM se estudió la morfología de las películas, además se estudió la dependencia de la rugosidad y el tamaño de grano de las películas delgadas con la longitud de onda del láser, mientras que con espectroscopia Raman se evidencia el crecimiento de pocas capas de grafeno como consecuencia de la variación de la temperatura del sustrato.

chiviri@utp.edu.co

**Palabras claves:** grafeno, películas delgadas, afm, espectroscopia raman.

MC181P

## EFECTO DEL CAMPO MAGNETICO SOBRE DOS ELECTRONES EN NANOCOPAS

*Carlos Leonardo Beltran Ríos - Univeridad Industrial de Santander  
Harold Paredes Gutierrez - Univeridad Industrial de Santander*

Las nanocopas son estructuras que se han desarrollado a partir de crecimientos de materiales como Au y el Grafeno sobre diferentes

tipos de substratos. Este tipo de estructuras tienen una alta sensibilidad en sus propiedades ópticas y de transporte asociada a las formas de la misma y a sus dimensiones. Sistemas con simetría cilíndrica, tales como anillos cuánticos, suelen presentar oscilaciones en el estado base de partículas, electrones y huecos, o complejos formados por estos, con el campo magnético aplicado en la dirección axial conocidos como oscilaciones Aharonov-Bohm, sin embargo como mostro Beltrán et al. [1] este fenómeno se puede observar también, en el caso de un electrón, en sistemas cuyo confinamiento efectivo presente una simetría de tipo anillo, este tipo de simetría se observa en las nanocapas. En este trabajo se discute el efecto sobre la energía del estado base de dos electrones en una nanocapa, de geometría cilíndrica, bajo la acción de un campo magnético aplicado en la dirección axial, bajo diferentes tipos de confinamiento asociados a la geometría de la nanocapa. Los resultados muestran una disminución en las oscilaciones del estado base, asociadas con la repulsión coulombiana.

hparedes@uis.edu.co

**Palabras claves:** nanocapas, efecto aharonov-bohm, anillos cuánticos.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## CO<sub>2</sub> DISSOCIATION ON TiO<sub>2</sub> ANATASE (001) ACTIVATED BY OXYGEN VACANCIES IN AQUEOUS MEDIUM

*Luis Arturo Alcala Varilla - Estudiante Universidad de Cartagena, Docente  
Universidad de Cordoba*

*Javier Antonio Montoya Martinez - Universidad de Cartagena*

*Eduar Araujo -*

*Nicola Seriani - International Centre for Theoretical Physic (ICTP)*

En este trabajo se presenta un estudio de la adsorción de CO<sub>2</sub> sobre la superficie (001) de la anatase en presencia de un medio acuoso y de vacancias de oxígeno. Para la realización del mismo se usó la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) bajo la aproximación de gradiente generalizado de Perdew-Burcke-Ernzerhof (PBE), la aproximación LSDA, la corrección de Hubbard-U y la interacción de Van der Waals.

luisalcalavarilla@yahoo.es

**Palabras claves:** disociación, co<sub>2</sub>, anatase (001), dft.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## DEPENDENCIA GEOMETRICA, COMPOSICIONAL Y DE MEDIO EXTERNO EN LA RESPUESTA ÓPTICA DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS

*Danyela Alejandra Luengas Nova - Grupo de Instrumentación Científica y Didáctica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas,*

*Cesar Herreño Fierro - Grupo de Instrumentación Científica y Didáctica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.*

*Mario Zapata Herrera - Materials Physics Center CSIC-UPV/EHU and Donostia International Physics Center*

Los plasmones superficiales localizados (LSP, por sus siglas en inglés) son oscilaciones colectivas del gas de electrones libres de un metal acopladas a una onda electromagnética fuertemente confinadas a la superficie del mismo. En el caso de estructuras metálicas aisladas (nanopartículas metálicas), las excitaciones se obtienen a través de la incidencia de ondas electromagnéticas cuya frecuencia coincida con la de los LSP dando lugar a un efecto resonante del campo eléctrico cercano [1]. Este fuerte confinamiento superficial le provee a estas resonancias una excepcional sensibilidad al entorno dieléctrico, lo cual ha sido explotado en aplicaciones en biomedicina [2], en sensorica de detección de patógenos [3] o en terapias alternativas para tratamientos de cáncer [4], así como en el mejoramiento de la eficiencia en celdas solares [5]. En este trabajo se presentan las secciones transversales de absorción y dispersión (scattering) para nanopartículas metálicas en la aproximación cuasi estática ( $\lambda \ll d$ ) en el marco del modelo de Drude como función de parámetros estructurales (tamaño y forma), composicionales (oro y plata) y de

parámetros externos (polarización de la luz incidente y entorno dieléctrico). Los resultados de este trabajo son comparados con los obtenidos utilizando unciones dieléctricas experimentales para las nanopartículas [6] y permiten establecer los límites inherentes a los modelos clásicos utilizados, pertinentes para estudios de mayor complejidad donde los efectos fundamentalmente de tamaño y forma requieren de tratamientos cuánticos. Referencias [1] C. F. Bohren, D. R. Huffman, Absorption and Scattering of Light by Small Particles. Jhon Willey & Sons (1998). [2] K. Mayer, J. Hafner, Chemical Review, 11(6)1 3828–3857 (2011). [3] C. Wang and J. Irudayaraj, Small, 4 12 2204-2208 (2008). [4] S. Lal, S. Clare, N. Halas, Accounts of Chemical Research, 41(12) 1842-1851(2008) [5] R. Catchpole and A. Polman, Appl. Phys. Lett 93, 191113 (2008). [6] P. Johnson and R. Christy, Physical Review B, 6 4370-4379 (1972).

daluengasn@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** plasmones superficiales localizados; coeficiente de sección trasversal de absorción; coeficiente sección trasversal de dispersión, nanopartículas metálicas.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## STRAIN INDUCED WEISS OSCILLATIONS IN GRAPHENE WITH A MODULATED HEIGHT PROFILE

*Rhonald Burgos - Universidad del Sinú*

*Caio Lewenkopf - Universidade federal fluminense*

We study the electronic transport properties of a monolayer graphene with a one-dimensional modulated height profile caused, for instance, by substrate undulations. We show that the combined effect of the resulting strain fields induce modulated scalar and vector potentials that give rise to Weiss oscillations in the magnetoconductivity. We also find that similar effects can be obtained by applying a parallel magnetic field to the graphene-substrate interface. The parameters of an experimental set-up for a physical realization of these findings in graphene systems are discussed.

rhburgos@gmail.com

**Palabras claves:** graphene, magnetoconductivity.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ISLAND FORMATION ON ONE-DIMENSIONAL COLLOIDAL SUBSTRATES

*Diego Luis González Cabrera - Universidad del Valle*  
*Manuel Camargo Chaparro - CICBA, Universidad Antonio Nariño-Campus*  
*Farallones*

We study the island formation in a colloidal model for epitaxial growth. The model consists on a two-dimensional colloidal suspension where colloidal particles are slowly deposited on a one-dimensional substrate due to the influence of an external field. The particles interact with each other through a short-range pair interaction potential. Once the particles are deposited on the substrate they can laterally diffuse on it forming islands. We consider isotropic and anisotropic interactions for the homoepitaxy and heteroepitaxy cases. The time evolution of the system is described in terms of the densities of islands and monomers. The capture zone distribution (CZD) and the island size distribution (ISD) are also used to describe the growth properties of the system. The numerical results obtained from simulations based on molecular dynamics are compared with those of an analytical model based on an approximate description of the island formation on the substrate. We found that in spite of the low diffusion rates colloidal systems allow the formation of very well controlled structures. For this reason, the use of colloids in epitaxial growth is a promising alternative for growth of structures with size and shape control.

diego.luis.gonzalez@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** crecimiento epitaxial, coloides.

MC2460

## **MEDIDAS MAGNÉTICAS DE UN MONOCRISTAL USANDO EL EFECTO KERR MAGNETO-ÓPTICO LONGITUDINAL**

*Andrés Felipe Plaza - Universidad del Quindío*  
*Andrews Montoya - Universidad del Quindío*  
*José Humberto Castillo - Universidad del Quindío*  
*Diego Arias Serna - Universidad del Quindío*  
*Daniel Salazar - BCMaterials*  
*Victor López-Dominguez - CSIC*  
*Miguel Ángel García - ICV-CSIC*

En este trabajo reportamos las medidas de curvas de histéresis de un monocristal de níquel, usando el efecto Kerr magneto-óptico longitudinal. Variando el ángulo de la muestra entre cero y noventa grados logramos obtener curvas de histéresis las cuales dejan en evidencia los ejes de fácil y difícil magnetización. El monocristal se obtuvo con un horno óptico de zona flotante FZ-T-P1200-H-I-S de Crystal Systems Corporation; el crecimiento se realizó a 5 mm/h y a una velocidad de rotación de barras de 10 rpm, para ello se usó una barra de níquel con pureza de 99,9%. Las medidas magnéticas se realizaron aplicando campos magnéticos de hasta 0,4 Teslas alcanzando la magnetización de saturación en los ciclos.

darias@uniquindio.edu.co



**Palabras claves:** curvas de histéresis, monocristal, kerr magneto-  
óptico longitudinal.

MC2500

## DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE ISLAS CON AGREGACIÓN OBSTACULIZADA

*Julian Andres Sanchez Muñoz - Universidad del Valle*

*Diego Luis Gonzalez Cabrera - Universidad del Valle*

*Manuel Camargo Chaparro - CICBA, Univeridad Antonio Nariño-Campus  
Farallones*

Se estudia el efecto de la agregación obstaculizada en el proceso de formación de islas en un modelo unidimensional para crecimiento epitaxial con tamaño de núcleo crítico  $i$ . En el modelo propuesto el proceso de agregación de un monómero a una isla estable está limitado por una barrera de energía  $\epsilon_a$ , caracterizada por una longitud característica  $l_a$ . Para  $l_a=0$ , las islas se comportan como sumideros perfectos de monómeros y la agregación está limitada por difusión (DLA). Por otro lado, si  $l_a$  tiende a infinito, las islas se son, esencialmente, fronteras reflectivas perfectas y la agregación está limitada por reacción (ALA). A medida que se incrementa  $l_a$ , el sistema pasa suavemente de DLA a ALA. El efecto de la barrera de agregación se estudia por medio de la distribución de tamaño de islas,  $N_s$ . Esta distribución se obtiene por medio la solución de un conjunto de ecuaciones auto-consistentes basadas en una descripción aproximada de la nucleación. Los resultados obtenidos se comparan con aquellos encontrados por medio de simulaciones de

Monte Carlos cinético. Se encuentra que el método auto-consistente describe apropiadamente  $N_{\{s\}}$  para diferentes valores de  $l_{\{a\}}$  e  $i$ . Además la barrera  $\epsilon_{\{a\}}$  tiene un efecto importante sobre  $N_{\{s\}}$  lo que permite, en principio, su determinación a partir de resultados experimentales.

julian.a.sanchez@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** crecimiento epitaxial.

MC2540

## **SINTERIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BLANCOS DE HIDROXIAPATITA (HAP) A PARTIR DE MATERIAL ORGÁNICO**

*Paola Andrea Forero Sossa - Universidad Nacional de Colombia sede manizales  
Belarmino Segura Giraldo - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales  
Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales  
Pedro Jose Arango Arango - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

En este trabajo se sinterizaron blancos de hidroxiapatita a temperaturas de 800, 1000 y 1200°C, partiendo de polvos de hidroxiapatita obtenidos por dos rutas diferentes (i) precipitado químico (ii) fuentes naturales (hueso de cerdo). Los blancos fueron caracterizados mediante las técnicas de difracción de rayos X, espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, microscopia electrónica de barrido, energía dispersiva de rayos X, densidad y Espectroscopia de fotoelectrones emitidos por rayos X, con lo cual se determinó la mejor ruta de obtención de los polvos es de fuentes naturales (hueso de cerdo); además, la temperatura adecuada de sinterización es de 1000°C.

**Palabras claves:** hidroxapatita, blanco, sinterización.

MC261P

## **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ALMIDÓN PROVENIENTE DE PAPA CRIOLLA Y PAPA BLANCA CULTIVADAS EN COLOMBIA**

*Posidia Pineda Gomez - Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados,  
Facultad de Ciencias Exactas Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Manizales, Colombia. y Universidad de Caldas, Manizales, Colombia*

*Nathalia Mutis González - Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados,  
Facultad de Ciencias Exactas Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Manizales, Colombia*

*Liliana Guerrero Rivas - Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados,  
Facultad de Ciencias Exactas Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Manizales, Colombia*

*Deisy Viviana Marin Castaño - Laboratorio de Magnetismo y Materiales  
Avanzados, Facultad de Ciencias Exactas Naturales, Universidad Nacional de  
Colombia, Manizales, Colombia*

*Silvia Londoño Urrea - Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados,  
Facultad de Ciencias Exactas Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Manizales, Colombia*

El almidón es un biopolímero semicristalino y su fuente botánica presenta propiedades funcionales apropiadas para diferentes aplicaciones en la industria. En este trabajo se hizo un estudio comparativo de las propiedades físico-químicas del almidón de papa blanca variedad R-12 y papa amarilla o criolla. El almidón fue extraído del tubérculo separándolo de sus demás componentes por un método físico. Se controló el tamaño de partícula usando

tamizaje. Se utilizó espectroscopia de plasma ICP-OES para determinar los minerales de los almidones; calorimetría diferencial de barrido para encontrar la temperatura y entalpía de gelatinización durante el cambio de fase sólida; análisis termogravimétrico para ver la degradación en relación con los cambios de temperatura; rapid visco-analyser para examinar los cambios de viscosidad mientras ocurre la formación de pasta; y microscopía electrónica de barrido para la morfología granular. Los resultados indicaron que existen diferencias entre los dos almidones en cuanto a minerales, gelatinización, propiedades de viscosidad y degradación. El almidón de papa criolla presentó mayor contenido de almidón y mejor viscosidad sugiriendo ser útil como agente espesante, además presenta menor temperatura de gelatinización indicando fácil difusión de solcentes; sin embargo, el análisis de nutrientes mostró que contiene menor cantidad de minerales. La similitud entre los dos almidones se encontró en la morfología granular con gránulos esféricos de 5 a 20 micrómetros y elipsoides entre 20 y 60 micrómetros de largo. Estos resultados corroboran que aunque se trate del mismo biopolímero, las características del almidón dependen del origen agrícola.

ppinedag@unal.edu.co

**Palabras claves:** almidon, gelatinizacion , papa , viscosidad.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## DEGRADACIÓN TÉRMICA Y OBTENCIÓN DE MICRO-PARTÍCULAS DE SÍLICE

*Daniel Fernando Hincapie Rojas - Universidad Nacional de Colombia*

*Cristian Camilo Duque Ciro - Universidad Nacional de Colombia*

*Moisés David Peña Ramirez - Universidad Nacional de Colombia*

*Posidia Pineda Gomez - Universidad Nacional de Colombia*

*Andrés Rosales Rivera - Universidad Nacional de Colombia*

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria arrocera y como tal puede ser también aprovechada. La cascarilla es fuente importante de silicio y es usada como materia prima para obtener micro-sílice. Este trabajo se enfocó al estudio de la degradación de la cascarilla y la obtención de micropartículas de sílice. Para realizar ese proceso, primero se realizó la incineración de la cascarilla, después un tratamiento químico y finalmente la reducción de tamaño de partícula por molienda mecánica. La composición química de la ceniza se determinó usando fluorescencia de rayos X; las fases mineralógicas se determinaron con difracción de rayos X, y los cambios morfológicos causados durante la molienda, con microscopía electrónica de barrido. Para el estudio de la cinética de degradación en la pirolisis se realizaron tratamientos térmicos a diferentes rampas de calentamiento (5, 10, 15 y 20°C/min), usando una termobalanza. Los parámetros cinéticos de la pirólisis fueron determinados usando ajustes tipo Arrhenius y los modelos cinéticos de Flynn-Wall y Freeman-Carroll. La energía de activación fue aproximadamente de 170 KJ/mol con un coeficiente pre-exponencial del orden de  $10 \cdot \exp(12)$ . Los resultados indican que entre 150-450°C se liberó

el material orgánico de la cascarilla y por encima de 550°C, se obtuvo ceniza con alto contenido de sílice. El tratamiento químico aumentó el contenido de sílice hasta un 5% con respecto a la muestra control. Las micrografías mostraron que el tamaño de partícula de la sílice decrece significativamente con la molienda, hasta un diámetro menor que 3 micras, obteniéndose así micro partículas de sílice.

ccduquec@unal.edu.co

**Palabras claves:** degradación térmica, micro-sílice, cascarilla de arroz, parámetros cinéticos, pirolisis.

MC264P

## ESTUDIO AB – INICIO DE LA ESTRUCTURAS RETICULAR Y ELECTRÓNICA DE LOS SISTEMAS MG Y MGO

*William Enrique Celin Mancera - Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Universidad Cádiz*

*Jose Antonio Perez Omil - Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Universidad Cádiz*

En el presente trabajo hemos realizado un estudio teórico de las propiedades reticular, estructura electrónica y energía de reacción libre de los sistemas Mg y MgO. Para tal fin, realizamos cálculos ab-initio de energía total en el marco de la Teoría del Funcional Densidad (DFT). Los cálculos fueron realizados con el método de pseudopotenciales (PWA), tal como está implementado en el

código Quantum Espresso. Para representar los efectos de intercambio y correlación electrónica utilizamos la aproximación de gradiente generalizado (GGA) en la parametrización Perdew, Burke y Erzenhof (PBE). Se analiza con detalle las estructuras reticulares y electrónicas de Mg y MgO en sus fases estructurales hexagonal y tipo NaCl correspondientes. Se calcula de forma semiempírica el potencial químico de la molécula de oxígeno teniendo en cuenta datos termodinámicos.

wcelin2@cuc.edu.co

**Palabras claves:** pwa, estabilidad estructural, energía total.

MC270P

## NUMERICAL IMPLEMENTATION OF A MACH-ZHENDER INTERFEROMETER FOR BOSE-EINSTEIN CONDENSATES

*Gustavo Marín - Universidad del Valle  
Karen Rodríguez - Universidad del Valle*

We numerically implement a Mach-Zehnder interferometer, where the coherence and oscillatory properties of Bose-Einstein condensates are explored and the system is modeled by the Gross-Pitaevskii equation. Several time-dependent external trapping potentials were engineered seeking the adiabatic regime which is quantified by means of fidelity measurements. The dynamics of both conjugate variables, namely density and phase of the matter-wave function are shown. Moreover, the acquired phase-difference as function of the phase-shifter depth is analyzed. We achieve the

numerical solution by means of an adequate implementation of the finite-difference method for the spatial discretization and a Runge-Kutta method for the time evolution.

gm9510@gmail.com

**Palabras claves:** mach-zehnder interferometer, gross-pitaevskii, numerical methods.

MC273P

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y MAGNÉTICAS DEL NUEVO MATERIAL LA<sub>2</sub>FE<sub>2</sub>CO<sub>6</sub>

*Johny Jaramillo - Universidad Nacional de Colombia*

*David Landinez - Universidad Nacional de Colombia*

La perovskita lantánida La<sub>2</sub>FeCoO<sub>6</sub> fue sintetizada siguiendo la ruta del método de Pechini modificado, el cual se basa en la formación estable de los complejos metalcitrato dispersos uniformemente en un disolvente mixto de etilenglicol y agua. Estos quelantes son sometidos a poliesterificación cuando se calienta el alcohol polihidroxilado para formar una red polimérica que contiene cationes distribuidos uniformemente a lo largo de su estructura. El material obtenido fue caracterizado estructuralmente a través de medidas de difracción de rayos X, se determinó que la estructura La<sub>2</sub>FeCoO<sub>6</sub> sintetizada siguiendo la ruta del método modificado de Pechini cristaliza en el sistema monoclinico, con grupo espacial P2<sub>1</sub>/n (14) y con parámetros de red a = 5.4672, b = 5.5058, c = 7.7503,  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\beta = 90^\circ$  y  $\gamma = 90.1215^\circ$ , y se determinó



que el tamaño promedio de cristal es de 29;5nm mediante la ecuación de Scherrer. La morfología del material se estudió usando la técnica de microscopia electrónica de barrido con la cual observamos la microestructura, se determinó el tamaño de grano promedio empleando las imágenes de microscopia electrónica de barrido, encontrando que el tamaño promedio de grano a una temperatura de síntesis de 973k es de 213nm. se realiza una caracterización química de la muestra a partir del espectro obtenido por energía de dispersión espectroscópica de rayos X (EDX). La respuesta magnética se determinó al realizar medidas de magnetización en función del campo magnético aplicado con lo cual se determinó que el material tiene una respuesta ferromagnética.

jajaramillopa@unal.edu.co

**Palabras claves:** perovskitas, metodo de pechini modificado, propiedades estructurales, propiedades magneticas, sem, nuevos materiales.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DE LA RESPUESTA ÓPTICA DE SILICIO POROSO MEDIANTE LA TÉCNICA DE FOTOLUMINISCENCIA

*Andrés Medina-Herrera - Grupo de Optoelectrónica, Universidad del Quindío*  
*Cristian Felipe Ramírez-Gutiérrez - Departamento de Nanotecnología, Centro de*  
*Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de*  
*México Campus Juriquilla*

*Liliana Tirado-Mejía - Grupo de Optoelectrónica, Universidad del Quindío*  
*Mario Enrique Rodríguez-García - Departamento de Nanotecnología, Centro de*  
*Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de*  
*México Campus Juriquilla*

*Hernando Ariza-Calderón - Grupo de Optoelectrónica, Universidad del Quindío*

El silicio poroso exhibe luminiscencia eficiente en el rango visible a temperatura ambiente, a diferencia del silicio cristalino que posee una baja eficiencia de recombinación radiante por tener una brecha de energía indirecta. Los mecanismos de emisión del silicio poroso no han sido aún explicados, siendo los más aceptados las transiciones entre estados debidos a confinamiento cuántico y las transiciones debidas al aumento de la capa de óxido en la superficie. Mediante el estudio de la fotoluminiscencia en función de la temperatura de la muestra desde 11 K hasta 300 K y de la potencia de excitación del láser (40, 100 y 200 mW) presentado en este trabajo, se contribuye al análisis de este problema de emisión. La variación de la temperatura y de la potencia no genera cambios significativos en las energías asociadas a las bandas de emisión, siendo este un comportamiento típico de transiciones entre impurezas existentes dentro de la brecha de energía. El comportamiento obtenido de los espectros al variar la potencia

externa, se explica considerando que los estados responsables de la emisión forman mínimos dentro del gap, que se encuentran separados por pequeñas barreras de potencial permitiendo que los portadores se muevan entre estos estados. Por lo tanto, se propone que el mecanismo de emisión está asociado a estados originados en la interfaz entre el silicio cristalino y la capa de óxido de la superficie.

amedina@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** confinamiento cuántico, fotoluminiscencia, silicio poroso, transiciones ópticas.

MC278P

**COMPORTAMIENTO FERROMAGNÉTICO A TEMPERATURA AMBIENTE EN EL MATERIAL TIPO PEROVSKITA  $\text{Nd}_2\text{SrMn}_2\text{TiO}_9$  DEBIDO A LA SUSTITUCIÓN DE  $\text{Fe}^{+3}$  EN EL SITIO B DE LA ESTRUCTURA CRISTALINA.**

*Juliana Patricia Benavides Lara - Universidad Nacional de Colombia*

*Javier Alonso Cuervo Farfan - Universidad Nacional de Colombia*

*Carlos Arturo Parra Vargas - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

*David Arsenio Landinez Tellez - Universidad Nacional de Colombia*

*Jairo Roa Rojas - Universidad Nacional de Colombia*

La sustitución de  $\text{Fe}^{+3}$  en lugar de  $\text{Mn}^{+3}$  en el sitio B de la estructura cristalina del material  $\text{Nd}_2\text{SrMn}_2\text{TiO}_9$  posibilitó obtener un nuevo material tipo perovskita con una única fase cristalográfica. El material se sintetizó mediante el método de

reacción en estado sólido a una temperatura de 1160°C. Por medio de la medición del patrón de difracción se encontró que conserva el grupo espacial de tipo ortorrómbico Pnma (#62), además un análisis más detallado empleando el refinamiento Rietveld mediante uso del código GSAS reveló un incremento de la celda unitaria del 1.22% con parámetros de red  $a=5.5007 \text{ \AA}$ ,  $b=7.7735 \text{ \AA}$  y  $c=5.5059 \text{ \AA}$ . Ahora bien, el estudio morfológico permitió determinar el tamaño de grano promedio mediante el uso de las imágenes tomadas por medio del microscopio electrónico de barrido (MEB), en donde se obtuvo un valor de  $(1.43 \pm 0.10) \mu\text{m}$ , siendo 4 veces superior al tamaño de grano promedio de la muestra sin Fe+3. Finalmente, el estudio de las propiedades magnéticas indicaron que la muestra presenta una temperatura de Curie por encima de la temperatura ambiente, el cual es un comportamiento esperado para un material ferromagnético a dicha temperatura.

jpbenavidesl@unal.edu.co

**Palabras claves:** ceramicos, perovskitas, sustitucion, propiedades magneticas, caracterizacion estructural.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## IMPEDANCIA ELÉCTRICA EN EL SISTEMA $(1-x)\text{PbF}_2+x\text{C}$

*Edwin Orlando Espinel Munévar - Universidad del Quindío*

*Alvaro García Muriel - Universidad de Cartagena*

*Hernando Correa Gallego - Universidad del Quindío*

Existen diversas clases de compuestos iónicos tales como polímeros, composites, sales iónicas, y vidrios, con variadas propiedades eléctricas y aplicaciones. La posibilidad de utilización de éstos compuestos para el desarrollo de aplicaciones tecnológicas, depende del conocimiento que se tenga sobre la dinámica del transporte. En este trabajo, se ha realizado un estudio de las propiedades de transporte del compuesto Fluoruro de plomo  $\text{PbF}_2$  y del  $\text{PbF}_2$  mezclado con carbono grafito  $(1-x)\text{PbF}_2+x\text{C}$ , utilizando espectroscopia de impedancias y mediciones de corriente-voltaje. Se llevaron a cabo mediciones de corriente como función de la temperatura  $I(T;V)$ , aplicando un voltaje ac., a una frecuencia constante de 60 Hz., variando el valor del voltaje desde 30V hasta 180V para el  $(1-x)\text{PbF}_2+x\text{C}$ . Las medidas se realizaron en un rango de temperatura desde 30 °C hasta 180 °C para el  $\text{PbF}_2$ . Se evidencia que la transición de fase que experimenta el  $\text{PbF}_2$  al estado superiónico presenta un corrimiento en la gráfica  $I(T)$  habiéndose encontrado funciones de dos parámetros que ajustan con precisión las curvas en el espacio  $I(T,V)$ . También se verifica que para ciertas concentraciones y bajo determinadas condiciones experimentales, la dependencia de la corriente con la temperatura muestra un comportamiento lineal en el sistema  $(1-x)\text{PbF}_2+x\text{C}$ .

**Palabras claves:** pbf2, impedancia eléctrica, caracterización eléctrica, dinámica de transporte, transición de fase, estado superiónico.

MC287P

## CRECIMIENTO DE PELÍCULAS DELGADAS MULTICAPA DE NI-FE-CO CON CAPAS INTERMEDIAS DE CU POR LA TÉCNICA DE SPUTTERING

*Jhonatan Eduardo Martínez Muñoz - Universidad del Valle*

*Anlly Melissa Guerrero Castillo - Universidad del Cauca*

*Gilberto Bolaños Pantoja - Universidad del Cauca*

*Juan Fernando Florez Marulanda - Universidad del Cauca*

En marco del proyecto de investigación “Crecimiento de películas delgadas de Ni-Fe-Co con capas intermedias de Cu por la técnica de Sputtering” y debido al auge y grandes propiedades de exploración en torno al principio físico de magnetoresistencia gigante, se toma como objetivo principal, la identificación de las características magnetoresistivas y estructurales de películas delgadas de Ni, Fe y Co, con capas intermedias de Cobre, tomando un espesor de capa de aproximadamente 50nm. Cabe notar que el Cobalto, Níquel e Hierro son frecuentemente usados como capa Ferromagnética mientras que los metales nobles como el Cobre tienen comportamiento no magnético. De esta manera, se determinaron y optimizaron los parámetros de crecimiento de los diferentes materiales, empleando la técnica de Sputtering D.C., una vez obtenido cada material se realizó el análisis estructural con

medidas de difracción de rayos x (DRX), lo que permitió obtener resultados acertados en lo que concierne a la cristalografía de la estructura superficial de cada capa. En cuanto a la caracterización magnética, se encontró un comportamiento magnetorresistivo con tendencia a gigante, aproximadamente del 32%, lo que significa que a futuro es probable utilizar estos resultados en aplicaciones que se encuentren direccionadas al campo de la spintrónica, y la fabricación de nanosensores.

[martinez.jhonatan@correounivalle.edu.co](mailto:martinez.jhonatan@correounivalle.edu.co)

**Palabras claves:** níquel, hierro, cobre, cobalto, películas delgadas, magnetorresistencia, difracción de rayos x.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DEL CAMPO CRÍTICO ALTO $H_{c2}$ Y LONGITUD DE PENETRACIÓN $\lambda(T)$ EN SUPERCONDUCTORES DE DOS BANDAS.

VÍCTOR HUGO MEÑACA OROZCO - *universidad del valle*

JESÚS MARÍA CALERO - *universidad del valle*

En este trabajo se realizó un estudio sistemático del comportamiento del campo crítico alto  $H_{c2}(T)$  y la longitud de penetración,  $\lambda(T)$  en superconductores de dos bandas, utilizando un modelo generalizado de Ginzburg-Landau en el cual se incluye un parámetro de orden de dos componentes, asociadas a cada una de las bandas. Se identificaron parámetros asociados a las bandas, tales como masas efectivas electrónicas, longitudes de coherencia y la interacción tipo Josselson que se presenta entre las dos bandas, entre otros, que son relevantes en el comportamiento crítico de las diferentes cantidades termodinámicas en los superconductores tipo 1.5. En particular, se efectuaron cálculos de campos críticos altos y longitudes de penetración para diferentes valores relativos de los parámetros mencionados anteriormente. Para efectos de comparación, se usaron valores de dichos parámetros, recolectados en la bibliografía, para superconductores como el  $MgB_2$ ,  $Lu_2FeSi_5$  y otros borocarburos de Níquel no magnéticos que se han demostrado por medio de técnicas experimentales ser superconductores multibanda.

viktorf500@gmail.com



**Palabras claves:** superconductores de dos bandas, campo crítico, longitud de penetración.

MC3080

## **ESTUDIO DEL EFECTO DE CONMUTACIÓN RESISTIVA EN PELÍCULAS DELGADAS DE HfO<sub>2</sub>**

*Mario Fernando Quiñonez Penagos - Universidad del Valle*

*Jhon Edward Ordoñez - universidad del Valle*

*Isabel Cristina Arango - Universidad del Valle*

*Luisa Fernanda Suarez - Universidad del Valle*

*Wilson Lopera - Universidad del Valle*

*María Elena Gómez - Universidad del Valle*

El dióxido de hafnio es un material con una alta constante dieléctrica  $\epsilon \sim 22$  y un band gap cerca de 5.7 eV, a su vez este material ha presentado el efecto de conmutación resistiva, lo cual lo hace un candidato importante para aplicaciones en micro y nano electrónica. Nosotros hemos depositado películas delgadas de HfO<sub>2</sub> sobre sustratos de Pt/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>/Si, utilizando la técnica de pulverización catódica asistida por magnetron RF, en una atmósfera de oxígeno a una presión de 10-1 mbar y una temperatura de sustrato de 550°C. Nosotros hicimos una variación sistemática del espesor entre 23 y 155 nm. Las películas se caracterizaron estructuralmente por medio de difracción de rayos X, se analizó su morfología usando microscopia de fuerza atómica. Para el estudio del efecto de conmutación resistiva nosotros depositamos electrodos superiores de indio para obtener heteroestructuras tipo capacitivo (In/HfO<sub>2</sub>/Pt). Para la determinación de las propiedades eléctricas y de conmutación resistiva se realizaron curvas de

corriente versus voltaje, se midió la respuesta resistiva de la estructura capacitiva en los estados de alta y baja resistencia. Obtuvimos un 30% de diferencia entre los dos estados para las muestras con espesores mayores a 120 nm y 155 nm, mientras que para espesores menores la diferencia es de 10%. Agradecimientos: Profesor Juan Nino por proveer el blanco de HfO<sub>2</sub>, al proyecto "Resistive switching in oxides with metal-insulator transitions for applications in random acces memories" CI:7999, Universidad del Valle, y al proyecto COLCIENCIAS-UNIVALLE-UFL, No. 651 "Growth and Characterization of Ferroelectric Thin Films to Resolve Effect of Electrode-Insulator Interface on Properties".

mario.quinonez@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** conmutación resistiva, dióxido de hafnio, películas delgadas.

MC3090

## COMPORTAMIENTO MAGNÉTICO Y EFECTOS MAGNETOCALÓRICOS Y HALL EN ALEACIONES DE HEUSLER DE MN<sub>50</sub>NI<sub>41</sub>-XFEXSN<sub>9</sub>

*Nicolás Antonio Salazar Henao - Universidad Nacional de Colombia Sede  
Manizales*

*Andres Rosales Rivera - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Jessica Lopez Tabares - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Fabio Daniel Saccone - Universidad de Buenos Aires- Laboratorio Solidos  
Amorfos*

*Rafael Felipe Gonzales - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Abilo Andres Velasquez Salazar - Universidad Nacional de Colombia Sede  
Manizales*

En este trabajo presentamos un conjunto de medidas que incluyen magnetización, respuesta magneto-calórica y efecto Hall en las aleaciones Heusler de  $Mn_{50}Ni_{41-x}Fe_xSn_9$  con  $x = 0, 5$  y  $10\%$ . Las dependencias de la temperatura ( $T$ ) y del campo magnético ( $H$ ) de magnetización de cada muestra se midieron usando ciclo de temperatura ( $H$  fijo) y ciclo de campo ( $T$  fijo) en los intervalos  $50-400$  K y  $0,01-30$  kOe, respectivamente, usando un Magnetómetro de muestra vibrante (VSM-VersaLab de Quantum Design). El ciclo de temperatura se realizó en los procedimientos habituales de enfriamiento de campo cero (ZFC) y enfriamiento de campo (FC). Las mediciones de magnetización ZFC indican que a bajas temperaturas y a campos magnéticos bajos la estructura magnética de cada muestra es ferrimagnética. En los campos altos, la disposición ferrimagnética ya no se ve y aparece un comportamiento ferromagnético. Además, la magnetización es irreversible con relación a los procedimientos ZFC y FC por debajo de una temperatura irreversible  $T_I(H)$ . Los cambios de entropía magnética y potencia relativa de refrigeración (RCP) de cada muestra se evaluaron a partir de las mediciones de magnetización. Se encuentran tanto cambios de entropía magnética moderada como RCP, que dependen de la concentración de Fe. Las mediciones del efecto Hall se realizaron en el rango de campo  $-10 < H < 10$  kOe para varias corrientes eléctricas DC aplicadas a las muestras a temperatura ambiente. Se observó una contribución ordinaria y extraordinaria al efecto Hall. La constante Hall fue positiva para todas nuestras muestras. Se presta especial atención a la interacción spin-órbita como posible mecanismo responsable de la aparición del efecto Hall extraordinario en estas aleaciones Heusler. Se observa que la interacción spin-órbita depende de la

concentración de Fe. Se analiza una posible correlación entre la respuesta magnetocalórica y el efecto Hall extraordinario.

nashenao@gmail.com

**Palabras claves:** comportamiento magnético, efectos magnetocalóricos y hall, aleaciones heusler.

MC3160

## **FUERZA QUE ACTUA SOBRE UN SUPERCONDUCTOR TIPO II MOVIÉNDOSE EN UN CAMPO MAGNETOSTÁTICO**

*Juan Diego Rojas Zambrano - Universidad Nacional de Colombia*

En las últimas tres décadas, se ha estudiado experimentalmente la fuerza de interacción de un superconductor en campos magnetostáticos, usualmente generados por imanes. Este tipo de experimentos son importantes debido a que permiten caracterizar superconductores de una manera rápida y económica. Sin embargo, siempre ha existido la dificultad de relacionar las mediciones de fuerza experimentales con características propias del superconductor, como la densidad de corriente crítica o la magnetización, por lo que usualmente se recurre a aproximaciones. En este trabajo se estudia desde el punto de vista teórico la fuerza que actúa sobre un superconductor tipo II en el estado mixto cuando este se mueve en un campo magnético independiente del tiempo. La expresión para la fuerza obtenida permitiría determinar con una mayor precisión la densidad de corriente crítica y la

magnetización. A partir del modelo desarrollado, se propone un procedimiento experimental de bajo costo para caracterizar superconductores de alta temperatura crítica.

jdrojasz@unal.edu.co

**Palabras claves:** superconductor, fuerza, campo magnetostático, densidad de corriente crítica, magnetización.

MC321P

## CARACTERIZACIÓN DE ESPUMAS DE ALUMINIO, RECUBIERTAS CON ZRTIN MEDIANTE LA TÉCNICA MAGNETRÓN SPUTTERING.

*Darwin Augusto Torres Cerón - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Sebastian Camilo Mendoza Rincon - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Laura María Echeverry - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

Los metales con alta porosidad (espumas metálicas), han sido objeto de diversos estudios investigativos, esto gracias a que poseen distinguida combinación de propiedades mecánicas, físicas, entre otras. Existen diversos tipos de fabricación de estas espumas, ya sea por inyección de gas o adición de agentes químicos. En este trabajo se empleó espumas de aluminio de celda abierta de dimensiones de 20x20x5 mm y se recubrieron con ZrTiN mediante la técnica de magnetrón sputtering en una atmósfera de nitrógeno. Se depositó TiZr de 99,999 % en atmosfera N<sub>2</sub>-Ar (4:1) a presión constante de 30 mTorr, con una potencia de 100 W en intervalos

de 1 y 2 horas. Adicionalmente se realizó tratamiento previo con oxidación electrolítica (OEP) a 2 KHz y ciclo útil del 10 % en solución de PO<sub>4</sub>, por 5 min. La caracterización de las espumas se realizó mediante difracción de rayos X (DRX), microscopia electrónica de barrido (SEM) y microscopía de fuerza atómica (AFM). Obteniendo una tasa de deposición 6,8 nm/min respectivamente Estas espumas fueron analizadas catalíticamente en la reducción de Cr(VI) en UV-visible, obteniendo reducción cercana al 99 %.

dtorresce@unal.edu.co

**Palabras claves:** espumas metálicas, zrtin, magnetron sputtering, oxidación electrolítica por plasma, fotocatalisis.

MC3290

## QUANTUM SIMULATION OF SUBMONOLAYER GROWTH

*Arturo Argüelles - Universidad Santiago de Cali*

*Vicente Leyton - Universida Santiago de Cali*

*Manuel Camargo - Universidad Antonio Nariño*

The diffusion of bosons in a optical lattice is studied as a quantum simulation of the submonolayer growth in one dimensional substrates. We model the quantum setup for island formation by a Bose-Hubbard model with Dirac-comb potential for the atom deposition. We calculate the boson spatial distribution and the second order correlation function for different onsite inter-particle interactions. Additionally. relevant observables like number of

particles per site and correlations are calculated and compared with the classical counter-part (island growth in one-dimensional systems), finding remarkable differences for short lattices and a rich physics in the formation pattern particle clusters reaching its Mott insulating state.

vicente.leyton00@gmail.com

**Palabras claves:** optical lattice, bose-hubbard, monolayer island growth.

MC3330

## ANTIRESONANT QUANTUM TRANSPORT IN TIME PERIODIC DRIVEN MOLECULAR NANOFUNCTIONS

*Vicente Leyton - Universidad Santiago de Cali*

*Stephan Weiss - Universidad de Duisburg*

*Michael Thorwart - Universidad de Hamburgo*

We calculate the electric charge current flowing through a vibrating molecular nano-junction, which is driven by an ac voltage, in its regime of nonlinear oscillations. Without loss of generality, we model the junction by a vibrating molecule which is doubly clamped to two metallic leads which are biased by time-periodic ac voltages. Dressed-electron tunneling between the leads and the molecule drives the mechanical degree of freedom out of equilibrium. In the deep quantum regime, where only a few vibrational quanta are excited, the formation of coherent vibrational resonances affects the dressed-electron tunneling. In turn, back action modifies the electronic ac current passing through

the junction. The concert of nonlinear vibrations and ac driving induces quantum transport currents which are anti-resonant to the applied ac voltage. Quantum back action on the flowing nonequilibrium current allows us to obtain rather sharp spectroscopic information on the population of the mechanical vibrational states.

vicente.leyton00@usc.edu.co

**Palabras claves:** sequential tunneling, diagrammatic expansion, quantum transport, nonlinear nanojunctions.

MC337P

## ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE LAS PAREDES DE DOMINIO EN HILOS MAGNÉTICOS BIESTABLES BASADOS EN COBALTO

*Jaison Fernando Figueroa Hermida - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Laura Victoria Trujillo Taborda - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Andrés Rosales Rivera - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*  
*Alejandro Jimenez Villada - Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Madrid, España*

*Manuel Vásquez Vásquez - Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Madrid, España*

La dinámica de las paredes de dominio, es decir, la evolución en el tiempo de las paredes de dominio, es un área muy activa de investigación tanto en magnetismo básico como en aplicaciones tecnológicas del magnetismo. En este trabajo, presentamos un estudio experimental de la dinámica de las paredes de dominio en



microhilos magnéticos biestables basados en Hierro y Cobalto. El sistema experimental usado para realizar dicho estudio, consiste de una serie de bobinas, principal o de excitación para generar el campo magnético AC aplicado a la muestra, y secundarias o de detección acopladas en serie pero en oposición que permite estudiar la respuesta de la muestra a ese campo magnético. El campo magnético AC aplicado a la muestra fue variado en el intervalo de  $40 \leq H_{AC} \leq 2000$  A/m, mientras su frecuencia fue mantenida constante en 500 Hz, a temperatura ambiente. Las velocidades de desplazamiento de la pared de dominios medidas indican que existen varias dinámicas en esos materiales, por ejemplo, en los microhilos basados en Cobalto, las paredes alcanzaron una velocidad límite de hasta 8000 m/s. Se presentará un respectivo estudio de los mecanismos que pueden influir en el movimiento de las paredes de dominio en esos materiales.

jffigueroah@unal.edu.co

**Palabras claves:** dinámica de las paredes de dominio, microhilos magnéticos, campo magnético ac, biestabilidad magnética.

MC3380

## ESTUDIO ESTRUCTURAL Y ÓPTICO DE LA INCORPORACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE $TiO_2$ A POLVO DE HUESO PORCINO Y A HIDROXIAPATITA

*Angélica Marcela Castillo-Paz - Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío*

*Andrés Medina-Herrera - Grupo de Optoelectrónica, Universidad del Quindío*

*Pedro José Arango - Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales*

*Liliana Tirado-Mejía - Grupo de Optoelectrónica, Universidad del Quindío*

La fase inorgánica del tejido óseo contiene como componente principal la hidroxiapatita, presentando además iones de  $\text{CO}_3$ , Na, K, Si, Zn, Mg, Ba, F, entre otros. Por lo tanto, una de las fuentes biológicas más usadas para obtener hidroxiapatita es el hueso animal, porcino o bovino, ya que contiene trazas de los minerales presentes en los huesos de los vertebrados. Por esta similitud, la hidroxiapatita extraída de huesos se usa en las ciencias médicas en implantes dentales y recubrimientos ortopédicos, exhibiendo propiedades de biocompatibilidad, bioactividad, osteoconductividad y no toxicidad, pero baja resistencia mecánica, lo que la limita para aplicaciones en prótesis. Con miras a mejorar las propiedades mecánicas de la hidroxiapatita se le incorporó  $\text{TiO}_2$ , debido a que es un material que se ha utilizado para minimizar la fragilidad en plásticos y para dar estabilidad y larga duración a pinturas o revestimientos, además de sus propiedades de adhesión y biocompatibilidad. Se adicionaron diferentes concentraciones de  $\text{TiO}_2$  al polvo de hueso porcino y a la hidroxiapatita previamente obtenida mediante calcinaciones a 800 y 1000 °C. Se estudió el cambio estructural de las muestras al ser sinterizadas a alta temperatura, donde se analizó la influencia que tiene el  $\text{TiO}_2$  al mezclarse antes y después de obtener la hidroxiapatita. Se hizo un estudio comparativo de la presencia de los grupos funcionales, la estructura cristalina y la respuesta óptica de las muestras de hidroxiapatita obtenidas, mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier, difracción de rayos X y fotoluminiscencia, observando cambios atribuidos a la generación de nuevas fases de fosfatos. Por lo tanto, esta nueva metodología ayuda a escoger concentraciones de  $\text{TiO}_2$

prometedoras para la ingeniería del tejido óseo con propiedades mecánicas mejoradas.

amcastillop@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** difracción de rayos x, fotoluminiscencia, espectroscopía infrarroja, hidroxiapatita, hueso porcino, tio2.

MC340P

## MAGNETOCALORIC EFFECT IN $\text{La}_{1/3}\text{Ca}_{2/3}\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ( $x = 0, 0.03$ ) THIN FILMS

*Gloria Campillo - Universidad de Medellín*

*Oscar Arnache - Universidad de Antioquia*

*Jaime A. Osorio - Universidad de Antioquia*

*Juan Marcos Marín - Universidad de Antioquia*

*Andreas Berger - CIC nanoGUNE*

Magnetic refrigeration in a magnetic material is based on the magnetocaloric effect (MCE), which is related with the magnetic entropy change ( $\Delta S_m$ ), under effect of a magnetic field. Manganites thin films have attract attention in the study of MCE, due to their physical properties. Particularly, a correlation between the doping in the Mn site and the magnetic properties of manganites has been found. In the present work, we evaluate the MCE in undoped  $\text{La}_{2/3}\text{Ca}_{1/3}\text{MnO}_3$  (LCMO) and doped  $\text{La}_{2/3}\text{Ca}_{1/3}\text{Mn}_{0.97}\text{Fe}_{0.03}\text{O}_3$  (LCMFO) thin films; which were grown by magnetron sputtering DC, on  $\text{LaAlO}_3$  (100) substrates, under identical conditions. The change in the magnetic entropy ( $\Delta S_m$ ) was extracted from the magnetization as a function of

magnetic field at different temperature, around of transition.  $DS_m$  vs  $T$  curves for LCMO and LCMFeO exhibited a maximum in the magnetic entropy  $(DS_m)_{max}$ , at approximately critical temperature  $T_C$ . Nevertheless, with the increase of magnetic field, a shifted of the  $(DS_m)_{max}$ , toward temperatures above of  $T_C$  and an broader entropy change curve, were observed. Additionally, the refrigeration cooling power (RCP) for both films was calculated. The results showed that  $(DS_m)_{max}$  for Fe doped sample is higher than for LCMO. Although, it is expected that doping produce a decrease in  $DS_m$ , such as occurs with the  $T_c$ , this difference may be explained because iron effect in the manganite films can relax their structure, which affect the magnetic behavior. RCP values obtained for LCMFO were nearly twice larger than that of LCMO under all field range analyzed. These results indicate that the Fe-doping in LCMO could influence the cooling efficiency of the material.

gecampillo@udem.edu.co

**Palabras claves:** magnetocaloric effect, magnetic entropy, magnetic refrigeration.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## EXPONENTES CRÍTICOS ESTÁTICOS, INTERACCIONES MAGNÉTICAS Y FENÓMENOS DE MAGNETO-TRANSPORTE EN CINTAS DE ALEACIONES MAGNÉTICAS BASADAS EN FECR, FECO, Y MNNIFESN

*Andrés Rosales Rivera - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

En este trabajo se presenta un estudio del comportamiento crítico magnético, interacciones magnéticas y propiedades de magneto-transporte en aleaciones basadas en FeCr, FeCo, y MnNiFeSn preparadas por el método de melt-spinning. Los exponentes críticos ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) y temperatura crítica TC de esos materiales fueron determinados desde medidas de magnetización usando diferentes métodos, tales como planos de Arrot [1], Kouvel-Fisher [2], hipótesis de escala [3] y Berger [4]. Desde los valores obtenidos para esos exponentes críticos se analizan las clases de universalidad a las que pueden pertenecer esos materiales, incluyendo modelos de Ising, XY, Heisenberg, y campo medio. Para ganar un entendimiento aunque cualitativo sobre las posibles interacciones magnéticas que pueden estar activas en esos materiales se emplearon medidas de magnetización, efecto Hall y magneto-impedancia. Desde esas medidas, se encuentra que la interacción espín-orbita juega un papel importante en el valor de los exponentes críticos. Se analiza también el papel que pueden jugar otras interacciones en esos materiales, tales como la interacción dipolar magnética, de intercambio y RKKY.

**Palabras claves:** modelos de ising, xy, heisenberg interacción dipolar magnética, de intercambio y rkky.

MC343P

**CARACTERIZACIÓN ÓPTICA DE (E)-N-(3-(TERT-BUTIL)-1-(3-NITROFENIL)-1H-PIRAZOL-5-IL)-1-(2-NITROFENIL)METANIMINA (1) Y (E)-N-(3-(TERT-BUTIL)-1-(3-NITROFENIL)-1H-PIRAZOL-5-IL)-1-(4-NITROFENIL)METANIMINA (2) Y SUS COMPLEJOS COORDINADOS A UN CENTRO DE PD**

*Sandra Fabiola Alzate Walteros - Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío*

*Elkin Alexis Sánchez-Yocue - Universidad del Quindío*

*Liliana Tirado-Mejía - Grupo de Optoelectrónica, Universidad del Quindío*

*Fernando Cuenú Cabezas - Universidad del Quindío*

El pirazol es un compuesto heterociclo de cinco miembros doblemente insaturados que contiene dos átomos de nitrógeno. Esta estructura ha sido ampliamente estudiada por sus efectos farmacológicos pues presenta actividad analgésica, anti-inflamatoria, hipoglucemiante, antimicrobiana, antidepresiva, antioxidante, antiviral, antitumoral, entre otras. El pirazol, al presentar más de un heteroátomo, es un excelente precursor en la preparación de una amplia variedad de compuestos de coordinación, los cuales hacen referencia a un grupo de moléculas denominadas ligando, que rodean un átomo central metálico, en este caso Pd. En este trabajo se presenta la caracterización mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier y

fotoluminiscencia de los derivados de pirazol (1,2) sintetizados mediante maceración y sus respectivos complejos mediante maceración con ácido acético y agitación en diclorometano, presentando porcentajes de rendimiento del 97 y 96% respectivamente. La absorción óptica en el infrarrojo de los ligandos pirazólicos muestra la banda a 1550-1490  $\text{cm}^{-1}$  correspondiente a la flexión del grupo  $\text{NO}_2$ , y las bandas 1549  $\text{cm}^{-1}$  y 1510-1450  $\text{cm}^{-1}$  correspondientes a los enlaces  $\text{C}=\text{N}$  y  $\text{C}=\text{C}$ , respectivamente. Además, se presenta la flexión  $\text{C}-\text{H}$  de los anillos aromáticos a 3054  $\text{cm}^{-1}$ . En cuanto al espectro de absorción de los complejos de Pd con ligandos pirazólicos, se presenta una banda débil entre 500 y 610  $\text{cm}^{-1}$  correspondiente al enlace Pd-N. Finalmente, se presentan los resultados de la respuesta fotoluminiscente que muestran máximos de intensidad en 600 nm para los ligandos y en los complejos de Pd muestra un decaimiento desde 550 nm.

sfalzatew@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** fotoluminiscencia, espectroscopia en el infrarrojo, pirazoles, paladio.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MAGNÉTICAS Y ESTRUCTURALES DE LAS ALEACIONES DE HIERRO-ALUMINIO PREPARADAS POR MEDIO DE UN MOLINO MAGNÉTICO.

*Diego Andres Molano Ruales - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Andrés Rosales Rivera - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Jessica Lopez Tabares - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales -*

En el presente estudio se realiza la síntesis, caracterización estructural y magnética de aleaciones de Hierro y Aluminio ( $\text{Fe}_{60}\text{Al}_{40}$ ,  $\text{Fe}_{50}\text{Al}_{50}$  y  $\text{Fe}_{30}\text{Al}_{70}$  (en porcentaje atómico)) preparadas por aleación mecánica controlada magnéticamente usando un molino Uni-Ball-Mill 5, al cual se le puede acoplar un par de imanes permanentes en diferentes posiciones, para diferentes tiempos de molienda. La caracterización de esas aleaciones fue realizada usando difracción de rayos-X (XRD), microscopia electrónica de barrido (SEM), análisis termomagnético usando un analizador termogravimétrico (TGA) y magnetometría de muestra vibrante (VSM). Se presenta un estudio del comportamiento crítico magnético de esas aleaciones mediante la determinación de los exponentes críticos estáticos correspondientes a la magnetización de campo cero ( $\beta$ ), magnetización isoterma crítica ( $\delta$ ), susceptibilidad isotérmica a campo cero ( $\gamma$ ), y temperaturas críticas TC, usando medidas de magnetización. Las temperaturas críticas también se determinaron desde medidas de termogravimetría realizadas en presencia de un pequeño campo magnético. Se discuten los efectos del tiempo de



molienda sobre el estado estructural de la aleación, la evolución morfológica y el comportamiento magnético.

damolanor@unal.edu.co

**Palabras claves:** aleaciones de feal, magnetización, comportamiento crítico magnético, análisis termogravimétrico, magnetismo, materia condensada.

MC351P

## **ESTUDIO DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE IONES EN EL ALMIDÓN DE PAPA**

*Nathalia Mutis González - Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados,  
Facultad de Ciencias Exactas Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Manizales*

*Posidia Pineda Gómez - Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados,  
Facultad de Ciencias Exactas Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Universidad de Caldas, Manizales*

*Andrés Rosales Rivera - Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados,  
Facultad de Ciencias Exactas Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Manizales*

El almidón es un biopolímero muy versátil con múltiples usos en la industria. En este trabajo se evaluó el efecto de la adición de iones minerales sobre las propiedades térmicas del almidón de papa (variedad única). El almidón fue extraído usando métodos físicos. Se prepararon soluciones con sal usando cloruro de calcio, potasio y magnesio, variando la concentración desde 0.0 hasta 4.0 % W/W. La inclusión de los iones se hizo durante el calentamiento de la mezcla almidón-solvente entre temperatura ambiente y 100 °C. Usando espectroscopía de plasma ICP-OES se determinó el

contenido mineral endógeno del almidón. Por medio de calorimetría diferencial de barrido se analizó insitu la gelatinización usando como plastificante cada solución para observar el efecto de los iones en la transición. También se prepararon los geles del almidón-solvente para obtener las curvas de degradación térmica por medio de análisis termogravimétrico. Los resultados indicaron que la papa variedad única es por naturaleza pobre en minerales. La gelatinización insitu, reveló que los iones de la solución reaccionan con el almidón retardando la transición a mayor temperatura, independiente del tipo de sal, pero mayor corrimiento se produjo con el calcio. Por otro lado, el análisis termogravimétrico mostró que la presencia de iones cambia significativamente el proceso de degradación del gel desplazando su inicio hasta 60°C por debajo de la temperatura inicial para el gel de referencia sin sal. Este estudio permite inferir que las propiedades térmicas se ven afectadas por el entrecruzamiento de los iones con la matriz polimérica del almidón según la naturaleza del ion.

nmutisg@unal.edu.co

**Palabras claves:** almidón, gelatinización, iones minerales, propiedades térmicas.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN INDIVIDUAL DE LA RESPUESTA FERROELÉCTRICA EN NANOPARTÍCULAS DE BIFEO3

*Diego Andrés Carranza Célis - Universidad de los Andes*

*Alexander Cardona Rodríguez - Universidad de los Andes*

*Jackeline Narvaez Morales - Universidad de los Andes*

*Andreas Reiber - Universidad de los Andes*

*Juan Gabriel Ramírez Rojas - Universidad de los Andes*

El BiFeO<sub>3</sub> (BFO) se destaca por poseer una de las polarizaciones más altas entre los materiales ferroeléctricos y por sus altas temperaturas de transición, siendo los puntos críticos de Curie y de Neel del orden de los 1103 K y 643 K respectivamente [1]. No obstante, una de las características que más llama la atención actualmente, es su ordenamiento eléctrico y magnético simultaneo a temperatura ambiente, relacionados mediante un acoplamiento magnetoeléctrico [2]. Nosotros presentamos la síntesis de nanopartículas (NPs) de BFO mediante el método Sol-Gel y su caracterización estructural mediante difracción de rayos X y espectroscopia Raman. También presentamos su caracterización eléctrica en función del tamaño empleando el microscopio de fuerza piezoeléctrica (PFM), mostrando como a escalas más pequeñas, Las NPs se aproximan al límite superparaeléctrico. [1] Huang, F., et. al., Scientific reports, 3, 2907. (2013) [2] Catalan, G., & Scott, J. F. Advanced Materials, 21, 2463 (2009). acknowledges support from Fondo de Apoyo para Profesores Asistentes (FAPA) through Facultad de Ciencias and Vicerrectoria de Investigaciones

of Universidad de los Andes, Bogotá Colombia and Colciencias  
No. 120471250659.

da.carranza@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** ferrita de bismuto, síntesis, caracterización  
ferroeléctrica, nanopartículas.

MC3630

## **ESTRUCTURA DE BANDAS ELECTRÓNICAS DE BICAPAS FORMANDO PATRONES DE MOIRÉ**

*Wei Shan Wu Mei - Universidad Nacional de Colombia*  
*Rafael Ramon Rey Gonzalez - Universidad Nacional de Colombia*

Los recientes desarrollos tecnológicos ha permitido el control del crecimiento de sistemas formados por una, dos o más monocapas atómicas, los llamados sistemas bidimensionales como el grafeno, siliceno o fosforeno. En el caso de sistemas bicapas se pueden crecer tal que una monocapa este rotada respecto a la otra, en un eje perpendicular al plano de las dos monocapas, formando sistemas periódicos o los llamados patrones de moiré. En monocapas hexagonales tipo grafeno un ángulo de  $0(90)$  corresponde a un apilamiento AA (AB). En este trabajo estudiamos la estructura de bandas electrónicas de patrones de moiré generados en bicapas de grafeno y nitruro de boro cerca de los puntos de Dirac usando una aproximación de bajas energías y un algoritmo de barrido de sitio por sitio dentro del motivo. Nuestros resultados muestran que para los ángulos donde existe periodicidad del sistema bicapa la estructura de bandas de bicapas de grafeno no

presenta brecha de banda prohibida, mientras que en bicapas de nitruro de boro se obtiene una dependencia lineal entre el ángulo de rotación con el ancho de la brecha prohibida.

wsyum@unal.edu.co

**Palabras claves:** amarre fuerte, grafeno bicapa, nitruro de boro bicapa, patrones de moiré, estructuras de bandas electrónicas.

MC374P

## EFFECTO HALL E INTERACCION SPIN-ORBITA EN VIDRIOS METALICOS $Fe_{73.5-x}Cr_xCu_1NbSi_{13.5}B_9$ EN LA RUTA DE LA PERCOLACION

*Jessica Lopez Tabares - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Andrés Rosales Rivera - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Nicolás Antonio Salazar Henao - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Abilo Andrés Velasquez Salazar - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Fabio Daniel Saccone - Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires,*

Se presenta un estudio del efecto Hall y la interacción spin-órbita en vidrios metálicos  $Fe_{73.5-x}Cr_xCu_1NbSi_{13.5}B_9$  en ruta a la percolación ( $x \approx 24$  % at de Cr). Estos vidrios metálicos se prepararon como cintas de aleación amorfa por medio de la técnica melt-spinning donde varía la concentración Cr de  $0 \leq x \leq 20$ . El estado estructural amorfo de cada muestra se confirmó mediante la técnica de Difracción de rayos X con radiación  $CuK\alpha$ . Las mediciones del efecto Hall se realizaron en el rango de campo  $-10 <$

$H < 10$  KOe para varias corrientes eléctricas DC aplicadas a las muestras a temperatura ambiente. Se observó una contribución ordinaria y extraordinaria al efecto Hall. La constante Hall fue positiva para todo este sistema de aleaciones amorfas. A partir de la contribución ordinaria al efecto Hall, se obtuvieron los siguientes parámetros físicos: coeficiente Hall normal, resistividad Hall, concentración y velocidad de deriva de los portadores de carga, además de la trayectoria libre media de los portadores de carga y tiempo de relajación. Se presenta un análisis de los parámetros físicos previamente mencionados y de su dependencia de la concentración de Cr. Se presta especial atención a la interacción spin-órbita como posible mecanismo responsable de la aparición del efecto Hall extraordinario en estos vidrios metálicos. Se observa que la interacción spin-órbita se debilita con el aumento de la concentración de Cr.

[jplopezt@unal.edu.co](mailto:jplopezt@unal.edu.co)

**Palabras claves:** efecto hall ordinario y extraordinario, interacción spin-orbita, ruta a la percolación.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICA DE DEPOSICIÓN GLAD (GLANCING ANGLE DEPOSITION) EN SISTEMA MAGNETRÓN SPUTTERING PARA EL CRECIMIENTO DE NANO ESTRUCTURAS

*Sebastian Mendoza Rincon - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

La manipulación a escala nano-métrica todavía es un desafío, debido a esto, se han planteado diversas aproximaciones como la técnica glancing angle deposition (GLAD). Esta técnica permite el crecimiento de estructuras a escala nano-métrica mediante la manipulación del sustrato mecánicamente durante procesos de deposición física en fase vapor. En este trabajo se implementó la técnica GLAD en un sistema magnetron sputtering. Para este fin, se diseñó y construyó un sistema de movimiento en aluminio con interfaz de usuario, con dos grados de libertad permitiendo la inclinación con una precisión de  $0.1^\circ$  y rotación hasta 200 rpm del sustrato. Además, se crecieron películas de vanadio (V - 99.995%) con la técnica GLAD, rotando el sustrato a 200 rpm y con inclinación de  $87^\circ$  respecto al flujo de vapor en una atmosfera de argón a presión constante de 3.5 mTorr, con una potencia de 100 W. Se caracterizó su morfología utilizando microscopia de efecto túnel (STM) obteniendo granos orientados en la dirección del flujo de vapor.

scmendozar@unal.edu.co

**Palabras claves:** glad, magnetron sputtering, películas delgadas.

MC4020

**UN TRATAMIENTO CUÁNTICO AL PROBLEMA  
ANISOTRÓPICO DIAMAGNÉTICO DE KEPLER  
ENCONTRADO EN UN CRISTAL DE SILICIO CON BAJA  
CONCENTRACIÓN DE IMPUREZAS DE FÓSFORO.**

*Victor Loaiza - Universidad del Valle  
Javier Madroño - Universidad del Valle*

Nosotros estudiamos el espectro por encima del umbral de ionización del problema diagnóstico anisotrópico de Kepler encontrado en cristales de Silicio con bajas concentraciones de impurezas de Fósforo en presencia de un campo magnético, esto se hizo aplicando la teoría de la masa efectiva con la cual podemos tratar los estados electrónicos de las impurezas como átomos artificiales hidrogenoides aislados que podemos diagonalizar utilizando una base de Sturm. Para estudiar el espectro utilizamos el método de rotación compleja con el cual pudimos identificar las resonancias autoionizantes de las cuales es posible reproducir medidas experimentales de espectros de termo-foto ionización.

victor.loaiza@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** teoría de la masa efectiva; umbral de ionización; problema de Kepler; átomos artificiales; quantum dots.



## CONMUTACIÓN RESISTIVA Y FERROELÉCTRICA EN PELÍCULAS DELGADAS DE BIFE03

*Maria Fernanda Gómez Álvarez - Universidad de los Andes*

*Alexander Cardona - Universidad De Los Andes*

*Diego Carranza - Universidad de Los Andes*

*Juan Gabriel Ramirez - Universidad De Los Andes*

Conmutación resistiva y ferroeléctrica en películas delgadas de BiFeO<sub>3</sub> Maria F. Gomez<sup>1</sup>, Isabel C. Arango<sup>2</sup>, Claribel Dominguez<sup>2</sup>, Soumitra Sulekar<sup>4</sup>, Alexander Cardona<sup>1</sup>, Juan Trastoy<sup>3</sup>, Maria E. Gomez<sup>2</sup>, Juan C. Nino<sup>4</sup>, Ivan K. Schuller<sup>3</sup> and Juan Gabriel Ramírez<sup>1</sup> <sup>1</sup>Department of Physics, Universidad de los Andes, Bogotá 111711, Colombia <sup>2</sup>Thin Film Group, Department of Physics, Universidad del Valle, Cali, 25360, Colombia <sup>3</sup>Department of Physics, University of California San Diego, 9500 Gilman Drive, La Jolla, CA 92093-0319, USA <sup>4</sup>Department of Materials Science and Engineering, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA Abstract Se estudió la conmutación resistiva inducida por voltaje, resistive switching (RS), en dispositivos verticales ferroeléctricos (Au/BiFeO<sub>3</sub>/Nb:SrTiO<sub>3</sub>). Encontramos que existe este efecto de RS con relaciones RON y ROFF tan grandes como  $\delta R = 1 - RON/ROFF = 0.83$  a partir de voltajes de  $\pm 2V$ . A mayores voltajes, el efecto de RS aumenta gradualmente hasta que se alcanza la ruptura dieléctrica. Nuestros resultados indican que un proceso de “formación” del efecto es necesario para inducir la bi-estabilidad de la resistencia típica de un efecto RS. Adicionalmente, el voltaje en el cual aparece el efecto RS coincide con el voltaje coercitivo de

la polarización ferroeléctrica en películas BiFeO<sub>3</sub>. Esto sugiere que el principal mecanismo RS es el comportamiento ferroeléctrico de la barrera de Schottky entre el BiFeO<sub>3</sub> y el electrodo. Sin embargo, el aumento del efecto RS después de la saturación ferroeléctrica apunta a la existencia de un mecanismo adicional. Trabajo financiado parcialmente por la Universidad del Valle, CI 7999, Universidad de los Andes mediante FAPA y la Vicerrectoría de Investigaciones, Centro de Excelencia de Nuevos Materiales - CENM de la Universidad del Valle y proyectos de COLCIENCIAS bajo contratos 120471250659 y 120424054303 y No. 120471250659.

mf.gomez10@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** conmutación resistiva, ferroeléctrica, bifeo<sub>3</sub>.

MC426P

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE TiO<sub>2</sub>

*Daniela Herrera Molina - Universidad del Valle*  
*Edgar Eduardo Mosquera Vargas - Universidad del Valle*  
*Rubén Antonio Vargas Zapata - Universidad del Valle -*

En este trabajo preparamos nanopartículas de TiO<sub>2</sub> por un método químico y posteriormente fueron sometidas a diferentes tratamientos térmicos: 400, 450 y 500°C. Usando el método de difracción de rayos X (DRX) se observó que las estructuras cristalinas obtenidas son Anatasa-Brookita. Se obtuvieron buenas propiedades fotocatalíticas de estas nanopartículas en agua

contaminada con tintes, utilizando como fuente una lámpara UV, donde se observó que estas descomponían los materiales contaminantes, lo cual las hace potencialmente aplicables para descontaminación de aguas. Se hizo caracterización de espectroscopía UV-visible y se encontró que su brecha de energía prohibida está alrededor de los 3,2 eV. Las medidas térmicas fueron realizadas utilizando las técnicas de calorimetría diferencial de barrido (DSC) y de análisis termogravimétrico (TGA) para estudiar procesos de descomposición, transición vítrea, cristalización y deshidratación.

daniela.herrera.molina@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** anatasa, brookita, fotocatalizador, calorimetría.

MC438P

## CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE CRISTALIZACIÓN EN PELÍCULAS DELGADAS DEL SEMICONDUCTOR ORGÁNICO DPVBI

*Adriana Marcela Forero Torres - Universidad Nacional de Colombia*

*Ángel Miguel Ardila Vargas - Universidad Nacional de Colombia*

*Diana Paola Gomez Gonzalez - Universidad Nacional de Colombia -*

En la actualidad, en el campo de investigaciones de desarrollo de tecnología con diodos emisores de luz orgánicos, se encuentra la elaboración de un diodo emisor de luz blanca eficiente y con un tiempo de vida comercial. A pesar que muchas mejoras han sido realizadas, la estabilidad de las capas delgadas emisoras de azul que componen estos dispositivos son altamente degradables en

condiciones ambientales. El objetivo de este trabajo fue realizar una descripción y análisis de uno de los principales problemas de degradación de una capa emisora de DPVBi: la cristalización a condiciones de ambiente. Para ello se hizo uso de estudios de SEM para estudiar la superficie de las películas; se realizaron arreglos experimentales para medir propiedades ópticas y espectros raman. En los estudios de la morfología por medio SEM, se encontró que la superficie de la película se cristalizaba a los pocos minutos de su exposición al ambiente y se pudo describir el proceso de cristalización. En las curvas de transmitancia y reflectancia se encontró una fuerte absorción de la radiación UV. De los espectros raman, se obtuvo que las películas de DPVBi presentaban un espectro similar al del DPVBi cristalizado. En conclusión, en este trabajo se pudo comprobar por medio de los espectros raman que los cambios de la superficie del material por la exposición del medio ambiente corresponden con procesos de cristalización que pueden estar relacionados con factores del ambiente como la absorción de radiación UV. De manera que, el espectro raman resultó ser un mecanismo eficaz para verificar la cristalización de las películas de semiconductoras orgánicas.

amforerot@unal.edu.co

**Palabras claves:** semiconductores orgánicos, dpvbi, sem, raman.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## FABRICACIÓN Y ESTUDIO DE CAPAS DELGADAS DE DPVBI CON PROPIEDADES EMISORAS EN EL VISIBLE

*Fabián Ricardo Carvajal - Universidad Nacional de Colombia*

*Adriana Marcela Forero - Universidad Nacional de Colombia*

*Angel Miguel Ardila - Universidad Nacional de Colombia*

Este trabajo se basa en la fabricación por evaporación térmica y estudio de las propiedades morfológicas, estructurales y ópticas de películas delgadas orgánicas semiconductoras emisoras en el azul a partir del compuesto 4,4-bis(2,2-difenil vinilo) bifenilo (DPVBi), usadas en dispositivos OLED fluorescentes de buena eficiencia de emisión. En el estudio de las condiciones óptimas de fabricación se encontró que las condiciones de deposición son de importancia en el proceso de cristalización. Se desarrollaron montajes para el estudio de la respuesta óptica y para medir espectros Raman de las películas. Entre las propiedades ópticas determinadas están el índice de refracción y el coeficiente de extinción de las capas depositadas. Como resultados principales se encontró que los espectros Raman medidos mostraron ser un medio efectivo para determinar el estado de cristalización del material y la estabilidad del material al medio ambiente. Por su parte, las propiedades ópticas mostraron que capas orgánicas semiconductoras de materiales demasiado absorbentes serán más sensibles a la cristalización. Los resultados aquí presentados abren el campo de estudio para encontrar las características de las moléculas que las hacen tan sensibles a la degradación y que básicamente sería uno de los posibles caminos para solucionar la baja estabilidad de estas capas orgánicas emisoras en el azul.

**Palabras claves:** semiconductores orgánicos, oleds, dpvbi, películas delgadas.

MC442P

## **INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE CRECIMIENTO EN EL COMPORTAMIENTO CORROSIVO DE PELÍCULAS DELGADAS DE TIZRN**

*Juan Pablo Nieto Espinosa - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

*Milton David Serna Manrique - Universidad Nacional de Colombia sede  
Manizales*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*

La motivación de este trabajo yace en la búsqueda de mejorar la resistencia a la corrosión de un acero inoxidable a través de un recubrimiento cerámico, esto tal vez alentado por el proceso de construcción de placas bipolares, una pieza clave con la que se ensamblan celdas de combustible de membrana electrolítica polimérica, resultando ser la alta resistencia a la corrosión una condición ineludible de los materiales con los que estas piezas se construyen. El TiN sobre acero inoxidable ha sido reportado como un material apto para reemplazar materiales compuestos de grafito o carbono con los que habitualmente se han construido estas piezas. En el presente trabajo Se han sintetizado recubrimientos en forma de películas delgadas de TiZrN a través de deposición física de vapor asistida por plasma en un proceso de variación de la temperatura del sustrato, se realizaron procesos de caracterización morfológica superficial a través de técnicas como microscopía de

fuerza atómica y microscopía electrónica de barrido, además, se realizaron evaluaciones de resistencia a la corrosión por medio de curvas de polarización potenciodinámicas en las cuales se sometieron las muestras a una solución corrosiva de NaCl al 3.5% en peso a temperatura ambiente, allí se evidenció claramente a través de la medición directa de la densidad de corriente de intercambio, que el recubrimiento cerámico de TiZrN mejoró notablemente la resistencia a la corrosión del acero inoxidable, el cual presentaba una velocidad de corrosión de 0:07mm=año, y que posterior al recubrimiento presentó una velocidad de 0:04mm/año. El desarrollo de esta investigación ha motivado fuertemente el estudio de materiales de este tipo, con el fin de construir futuros trabajos para investigar y desarrollar celdas de combustible.

[jpnietoe@unal.edu.co](mailto:jpnietoe@unal.edu.co)

**Palabras claves:** películas delgadas, recubrimiento, tizrn, placas bipolares, resistencia a la corrosión.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DE LA DEPENDENCIA ANGULAR DEL FENÓMENO DE MAGNETO RESISTENCIA EN V2O3/Ni

*Oscar Fernando Garzón Miguez - Universidad de los Andes*

*Juan Gabriel Ramírez Rojas - Universidad de los Andes*

Las interacciones de interfaz en sistemas de bicapas VOX/M (donde M hace referencia a algún material magnético) presentan propiedades óptimas para el desarrollo de nuevos materiales útiles en aplicaciones tecnológicas. La transición de fase estructural de los óxidos VOX contribuye mayoritariamente en la aparición de tales propiedades [1], la cual ocurre a una temperatura de 160K [2] en el caso del V2O3/Ni. Este sistema presenta un máximo en el campo coercitivo y un mínimo en la magnetización en la transición estructural [2]. Estos aspectos han sido detectados mediante medidas magnéticas únicamente pero aplicaciones tecnológicas requieren que éstas sean detectadas eléctricamente. Proponemos entonces estudiar el caso particular del sistema V2O3/Ni a través del fenómeno de Magneto Resistencia. Estudiamos la dependencia angular del fenómeno de Magneto Resistencia y mostramos que existe una correlación con la medición de la dependencia angular de la curva de histéresis del V2O3/Ni. Nuestros resultados muestran que los fenómenos de acoplamiento en la interfaz de V2O3/Ni son detectables por magnetoresistencia y por lo tanto, abren la posibilidad a nuevos tipos de memorias magnéticas. Trabajo financiado por la Universidad de los Andes mediante fondos FAPA, la Vicerrectoría de Investigaciones y COLCIENCIAS bajo contrato No. 120471250659. I. T. Saerbeck,



et. al., Journal of Materials Research, 29(20), 2353-2365. 2. J. de la Venta, et. al., Applied Physics Letters, 104(6), 062410.

of.garzon2662@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** magneto resistencia, transición de fase estructural, acomplamiento.

MC4580

## **ANÁLISIS DE SOLDADURA EN PLACAS DE POLIPROPILENO UNIDAS MEDIANTE FRICCIÓN-AGITACIÓN PARA BANCOS DE TROQUELADO**

*Oscar Steven Millan Oliveros - Universidad Autónoma de Occidente*

*Julian Arnaldo Avila - Universidad Estatal Paulista*

*Faber Correa Ballesteros - Universidad Autónoma de Occidente*

*Nelly Cecilia Alba de Sanchez - Universidad Autónoma de Occidente*

En este trabajo de investigación, se estudió el análisis de la soldadura por fricción-agitación en placas de polipropileno para uso en bancos de troquelado, se utilizó una herramienta cilíndrica roscada, la selección de los parámetros se realizó de acuerdo a pruebas experimentales fijando la velocidad de rotación y variando la velocidad de avance. Los cordones de soldadura se evaluaron mediante inspección visual, la presencia de discontinuidades y la homogeneidad de la soldadura por microscopia estereoscópica, la resistencia de la unión mediante pruebas de tensión y dureza en la junta soldada. Como resultado se obtuvo que a menor velocidad de avance mayor es la resistencia que adquiere la junta, la penetración de la herramienta es factor fundamental para obtener mayor resistencia a tensión, la dureza en el cordón de soldadura fue menor

a la del material y a la de la zona afectada térmicamente, de acuerdo a los parámetros utilizados en el proceso, se encontró que la relación entre velocidad de rotación y velocidad de avance debe ser mayor a 23 para generar uniones con mayor resistencia.

oscar-steven09@hotmail.com

**Palabras claves:** soldadura sfa, polipropileno, resistencia, dureza.

MC4700

## **EFFECTO DE LA INSERION DE FE EN EL COMPUESTO Ni2-XFEXMNGA (WITH X=0.25, 0.5, 0.75 AND 1.0) EN SUS PROPIEDADES TÉRMICAS**

*Julio César Tróchez Mondragón - Universidad del Atlántico*

*Neisa Cardenas Rivera - Universidad del Atlántico*

*Ismael Piñeres Ariza - Universidad del Atlántico*

La aleación Ni<sub>2</sub>MnGa ha sido objeto de numerosos estudios en las últimas décadas por presentar simultáneamente el fenómeno de memoria de forma y ferromagnetismo, por lo cual ha sido el compuesto que presenta potencial aplicación en actuadores, ya que puede inducirse en el deformaciones superiores a 10%. Sin embargo, presenta una gran fragilidad, lo cual es una desventaja para este tipo de aplicaciones tecnológicas. Una de las posibilidades para mejorar su ductilidad es introducir nuevos elementos, en este caso el Fe, con lo cual también se modifican sus propiedades térmicas, estructurales y magnéticas. Las aleaciones preparadas variando el contenido de Fe desde  $x=0,25$  hasta  $x=1,0$  presentaron un incremento inicial de la temperatura de Curie para

los compuestos  $x=0,25$  y  $x=0,50$ , respecto a la temperatura de Curie reportada para el compuesto con  $x=0$ , y luego una disminución de la misma en los compuestos de  $x=0,75$  y  $x=1,0$ . La reducción de la temperatura de Curie, se debe a que el Fe inicialmente sustituye al Ni, sin embargo el mismo solo presenta un sitio en la estructura cristalina (cúbica con grupo espacial  $Fm\bar{3}m$ ) y luego comienza a ocupar los sitios del Mn y Ga que se encuentran en vértices del cubo. Por otro lado, del análisis de las medidas de difracción de rayos X se encuentra que el parámetro de red no cambia significativamente a medida que se incrementa el contenido de Fe, siendo esto compatible con la pequeña diferencia del radio iónico del Ni respecto del Fe.

juliotrochez@mail.uniatlantico.edu.co

**Palabras claves:** heusler alloys, curie point, ferromagnetic shape memory alloys, thermal properties.

MC483P

## ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DE PUNTOS CUÁNTICOS CON DIFERENTES PERFILES DE ALTURA

*Paula Andrea Cárdenas Ayala - Universidad Industrial de Santander  
Fredy Antonio Rodríguez Prada - Universidad Industrial de Santander*

Recientemente, las investigaciones en el campo de la materia condensada se han enfocado en el estudio de estructuras fabricadas mediante diferentes técnicas de crecimiento de cristales, en especial de materiales semiconductores y esto ha despertado un gran interés en el estudio teórico y aprovechamiento tecnológico

de las importantes propiedades que despliegan los puntos cuánticos con diferentes morfologías (nano-estructuras semiconductoras cero-dimensionales). En el presente trabajo se simula y analiza la función de onda de un electrón confinado en un punto cuántico (QD) de InAs/GaAs axialmente simétrico con diferentes perfiles de altura. Se analiza el efecto de la capa húmeda, del potencial de confinamiento y la influencia de variaciones de tamaño y morfología sobre los estados electrónicos más bajos del electrón. La ecuación de Schrödinger en estas estructuras axialmente simétricas se modela bajo el marco de la aproximación de masa efectiva (AME) y se obtiene la función de onda transversal en coordenadas cilíndricas a partir del método de Elementos Finitos en la herramienta computacional COMSOL Multiphysics. En este estudio se encuentra la distribución de probabilidad para el estado base y los primeros estados excitados del electrón y se observa el tunelamiento del electrón debido al confinamiento estructural. El estudio y modelamiento de las propiedades espectrales permiten ampliar el interés en estas nanoestructuras debido a su gran potencial para el desarrollo de dispositivos opto-electrónicos y sus aplicaciones prácticas enmarcadas dentro de la Nanotecnología.

paucardenas3@gmail.com

**Palabras claves:** puntos cuánticos, tunelamiento, estructura electrónica, elementos finitos.

## INTERFERENCIA CUÁNTICA EN ESTADOS EXCITÓNICOS EN ANILLOS CUÁNTICOS CON DEFECTOS ESTRUCTURALES

*Fredy Rodríguez - Universidad de Santander UDES*

*Elber Rodríguez - Universidad Industrial de Santander*

*Willian Gutierrez - Universidad Industrial de Santander*

Se analiza el efecto de campos externos, magnético y eléctrico, y de defectos estructurales sobre las propiedades espectrales de un electrón y un excitón confinado en un anillo cuántico con morfología tipo volcán axialmente simétrico, así como asimétrico. La correspondiente ecuación de onda de una partícula confinada en esta estructura es separable en el límite adiabático, cuando el espesor del anillo cuántico es esencialmente menor que su dimensión lateral. Nuestros cálculos muestran que en estructuras con defectos morfológicamente estructurales y espesores considerables de capa húmeda existe la posibilidad de inducir a partir de campos eléctricos y magnéticos la magnetización y la aparición de oscilaciones tipo Aharonov-Bohm (AB) por interferencia cuántica de los niveles de energía del electrón, relacionados con las corrientes de túnel a través de las barreras del potencial de confinamiento. Adicionalmente se encuentra que un aumento de las variaciones en la altura de la estructura en la dirección azimutal, así como una reducción en la profundidad del agujero central del anillo producen un apagamiento sucesivo del momento magnético y de las oscilaciones AB por la interferencia cuántica de los niveles de energía más bajos. Sin embargo, con el aumento del número defectos estructurales a lo largo de un camino

azimutal, el sistema exhibe de nuevo oscilaciones de tipo Aharonov-Bohm, restauradas por el aumento de las corrientes de túnel. Se analiza también el efecto de la competencia entre el potencial de confinamiento estructural dado por los defectos morfológicos y el campo eléctrico radial producido por una impureza donadora neutra localizada en el centro el anillo.

inlogin@udes.edu.co

**Palabras claves:** anillo cuántico, propiedades espectrales, campos externos, defectos estructurales, oscilaciones ab.

MC4970

## ELECTRONIC AND TRANSPORT PROPERTIES OF GRAPHENE AND PHOSPHORENE

*Ana Luíza Pereira - Universidade Estadual de Campinas  
Carlos Páez*

We will discuss the results from two of our recent works on the electronic and transport properties of graphene and phosphorene. In the first one [1], we investigate the low-energy electronic transport across grain boundaries in graphene ribbons and infinite flakes. Using the recursive Green's-function method, we compute the electronic transmittance across different types of grain boundaries in graphene ribbons and flakes. We use the charge and current density spatial distributions to enhance our understanding of their electronic transport properties. We find that electronic transport depends both on the grain boundaries' microscopic details and on their orientation. Regarding phosphorene, we will show

results of a work [2] in which we develop a compact multiorbital tight-binding model for phosphorene that accurately describes states near the main band gap. The model parameters are adjusted using as reference the band structure obtained by a density functional theory calculation. We use the optimized tight-binding model to study the effects of disorder on the anisotropic transport properties of phosphorene. In particular, we evaluate how the longitudinal resistivity depends on the lattice orientation for two typical disorder models: dilute scatterers with high potential fluctuation amplitudes, mimicking screened charges in the substrate, and dense scatterers with lower amplitudes, simulating weakly bounded adsorbates. [1] Carlos J. Páez, Ana L. C. Pereira, Joao N. B. Rodrigues, and Nuno M. R. Peres, Phys. Rev. B 92, 045426 (2015) [2] Carlos J. Páez, Kursti DeLello, Duy Le, Ana L. C. Pereira, and Eduardo R. Mucciolo, Phys. Rev. B 94, 165419 (2016)

ana.pereira@fca.unicamp.br

**Palabras claves:** graphene, phosphorene, transport, disorder.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS DE GAAS Y GAASN OBTENIDAS POR MAGNETRON SPUTTERING

*Roberto Bernal Correa - Universidad del Sinú*

*Juan Losada Losada - Universidad Nacional de Colombia*

*Camilo Pulzara Mora - Universidad Nacional de Colombia*

*Santiago Torres Jaramillo - Universidad Nacional de Colombia*

*Alvaro Pulzara Mora - Universidad Nacional de Colombia*

En los últimos años ha surgido un fuerte interés por el estudio de semiconductores en base arseniuro de galio (GaAs), debido principalmente a las aplicaciones en la industria optoelectrónica y fotovoltaica que con estos se puede llegar a lograr. En el caso particular del GaAsN, es posible incorporar pequeñas cantidades de N en la estructura del GaAs, lo que genera una evidente disminución en la banda de energía prohibida (Band Gap) sin cambiar sustancialmente el parámetro de red. Esta característica del GaAs<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub> lo convierte en un semiconductor con gran potencial para aplicar en dispositivos optoelectrónicos de longitud de onda larga. Este tipo de semiconductores normalmente se obtienen por técnicas epitaxiales de alto costo, tales como MOCVD, MBE, entre otras; Por lo que se convierte atractivo el uso de algunas otras técnicas alternativas. En este trabajo nos enfocamos en la preparación y caracterización de GaAs y GaAsN sobre sustratos transparentes y silicio por magnetron sputtering. Las películas delgadas fueron caracterizadas por difracción de rayos-x encontrando una estructura policristalina con orientación preferencial en todos los casos. A partir de resultados de



espectroscopia Raman se identificaron los modos característicos LO y TO del GaAs, adicionalmente para el caso del GaAsN se identificó un modo LVM  $\approx 450 \text{ cm}^{-1}$  característico del semiconductor cuando hay reemplazamiento de átomos de As por átomos de N. Finalmente resultados de microscopía electrónica de barrido y Uv-Vis permitieron determinar propiedades morfológicas y ópticas respectivamente.

robertobernal@unisinu.edu.co

**Palabras claves:** gaasn; magnetron sputtering; semiconductores  
iii-v.

MC505P

## IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE CONMUTADA PARA USO EN LA TÉCNICA DE OXIDACIÓN ELECTROLÍTICA CON PLASMA

*John Alexander García Giraldo - Universidad del Quindío*

*Fernando Gordillo Delgado - Universidad del Quindío*

*Darwin Augusto Torres Ceron - Universidad Nacional de Colombia -*

Se implementó una fuente conmutada para ser utilizada en la técnica de Oxidación Electrolítica con Plasma (OEP). Los dispositivos electrónicos que se usaron son comunes y de bajo costo, lo que facilita la construcción del sistema. Se utilizó un microcontrolador de MICROCHIP para generar una señal digital con control de frecuencia y ciclo útil; también se usó un banco de condensadores y un puente de diodos para rectificar la alimentación suministrada directamente por la red eléctrica. El

manejo de la potencia se hizo con transistores MOSFET en configuración “low side“, la medición de la corriente se hizo con un sensor de Efecto Hall y los datos se enviaron a un computador mediante comunicación USB para ser visualizados a través de un algoritmo creado en LabVIEW. La fuente fue probada para crear microcavidades en láminas de titanio con el objetivo de formar nanoestructuras de dióxido de titanio.

jagarciag\_1@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** fuente conmutada, oxidación electrolítica con plasma, ciclo útil, mosfet.

MC506P

## CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y ÓPTICA DE PELÍCULAS DELGADAS ORGÁNICAS OBTENIDAS A PARTIR DE COMPLEJOS DE IRIDIO

*Melissa Pérez Ayala - Universidad Nacional de Colombia  
Rosana del Pilar Adames - Universidad Nacional de Colombia  
Angel Miguel Ardila - Universidad Nacional de Colombia*

Se presenta el estudio de las propiedades estructurales y ópticas de películas delgadas de compuestos semiconductores orgánicos depositadas por el método de evaporación térmica en alto vacío. Como material orgánico se trabajó con el compuesto Bis(2-fenilpiridina)(acetilacetonato)iridio(III) [Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)], el cual es usado como material huésped en capas delgadas orgánicas dopadas, con el fin de aumentar su eficiencia de emisión. Las propiedades estructurales se estudiaron por perfilometría y

microscopía electrónica de barrido, mientras que las ópticas por medio de espectroscopía óptica para determinar el índice de refracción y el coeficiente de extinción. Se depositaron películas con espesores entre 20 y 170 nm. En el rango del visible se encontró que las películas de Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac) poseen un índice de refracción, n, con valores que varían entre 1,8 y 4,6. También se muestran resultados de emisión de capas de 4-4'Bis(9-carbazolilo)bifenilo (CBP) al ser dopadas con Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac).

amardilav@unal.edu.co

**Palabras claves:** oleds, semiconductores orgánicos, películas delgadas, ir(ppy)<sub>2</sub>(acac).

MC5200

## ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MAGNÉTICAS Y ESTRUCTURALES DE ALEACIONES DE Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B Y Fe<sub>96.5</sub>Si<sub>3.5</sub> PRODUCIDAS POR ALEAMIENTO MECÁNICO CON SURFACTANTE.

*Juan Pablo Perafán Herrera - Universidad del Tolima*

*Humberto Bustos Rodríguez - Universidad del Tolima*

*Dagoberto Oyola Lozano - Universidad del Tolima*

*Yebrail Antonio Rojas Martínez - Universidad del Tolima*

*Germán Antonio Pérez Alcázar - Universidad del Valle*

*Ligia Edith Zamora Alfonso - Universidad del Valle*

Se ha utilizado la técnica del aleamiento mecánico (AM) asistido por surfactante para preparar aleaciones nanoparticuladas de los sistemas Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B y Fe<sub>96.5</sub>Si<sub>3.5</sub>. Inicialmente las aleaciones se prepararon por fusión en horno a arco y de ellas se produjeron

polvos con lima diamantada. Los polvos fueron aleados mecánicamente, en un molino de alta energía Pulverisette Fritsch, utilizando una relación masa de bolas/masa polvo de 10/1, y con diferentes tiempos de molienda, hasta reducir el tamaño de las partículas al orden micrométrico. El AM con ácido oleico como surfactante a diferentes tiempos hasta obtener tamaños medios de partícula de orden nanométrico (del orden de 50 nm). Polvos nanoparticulados de Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B y Fe<sub>96.5</sub>Si<sub>3.5</sub> se mezclaron en diferentes proporciones, se prensaron y sinterizaron a diferentes temperaturas para determinar cuál de las condiciones usadas y de las estequiometrias ensayadas, permite obtener un imán permanente nano estructurado, con mejores o similares propiedades que los del mercado. Análogamente los polvos de Fe<sub>96.5</sub>Si<sub>3.5</sub> se sinterizaron separadamente y sus propiedades son estudiadas y comparadas con sus análogos disponibles en el mercado. Las muestras producidas en las diferentes etapas son caracterizadas estructural y magnéticamente mediante diferentes técnicas como: difracción de rayos  $\gamma$ -x (DRX), microscopía electrónica de barrido de alta resolución, espectrometría Mössbauer a diferentes temperaturas y medidas magnéticas con un magnetómetro de muestra vibrante (VSM). Esta última permite obtener ciclos de histéresis a diferentes temperaturas, barridos de enfriamiento a campo cero (ZFC) y con campo (FC) y barridos de susceptibilidad magnética a diferentes frecuencias.

jpp456@hotmail.com

**Palabras claves:** aleamiento mecánico, espectrometría mössbauer, difracción de rayos x.

## ESTUDIO DE LA DEPOSICIÓN DE IR EN UNA SUPERFICIE DE TiO<sub>2</sub> POR MEDIO DE CÁLCULOS AB-INITIO

*Javier Montoya - Universidad de Cartagena*

*Roberto Carlos Pestana Nobles - Universidad de Cartagena*

*Abdul Mauricio Reyes - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*

*Orlando Hernández - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*

El dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) es un compuesto ampliamente investigado debido a sus distintas aplicaciones como catalizador heterogéneo, como fotocatalizador, protector anticorrosión, como pigmento, en cerámicas y dispositivos electrónicos [1]. Estos estudios han sido complementados por medio del análisis de los efectos del dopaje con distintas especies atómicas sobre la superficie de TiO<sub>2</sub>, de tal forma se ha encontrado que especies tales como niobio (Nb), Iridio (Ir) o Vanadio (V) mejoran las propiedades de dicho compuesto [2]- [3]. En este trabajo nos concentramos en la dispersión atómica, especialmente en aquellos sitios ocupados por Ir en la capa de rutilo TiO<sub>2</sub> en el plano (1-10), siendo que por medio de microscopía electrónica se encontró que átomos de Ir se colocan aparentemente en columnas de Ti [5], sin embargo experimentalmente se desconoce si el Ir es capaz de desplazar átomos de Ti o si solamente se deposita encima de estos. Este trabajo presenta una comparación energética entre el Ir creando defectos de sitio, reemplazando átomos de Ti en la superficie de la capa o depositados sobre las columnas de Ti. Adicionalmente, usamos el método de nугget elastic band (NEB) para obtener información sobre los caminos de transición del Ir

sobre la superficie, con el fin de encontrar las energías de activación cuando el Ir migra a diferentes posiciones. Referencias [1] U. Diebold, «The surface science of titanium dioxide,» Surface Science Reports, vol. 48, n° 5-8, pp. 53-229, 2003. [2] X. Lü, X. Mou, J. Wu, D. Zhang, L. Zhang, F. Huang, F. Xu y S. Huang, «Improved-Performance Dye-Sensitized solar cells using Nb-Doped TiO<sub>2</sub> electrodes: Efficient electron Injection and transfer,» Advanced Functional Materials, vol. 20, n° 3, pp. 509-515, 2010. [3] M. Aizawa, S. Lee y S. L. Anderson, «Deposition dynamics and chemical properties of size-selected Ir clusters on TiO<sub>2</sub>,» Surface Science, vol. 547, pp. 253-275, 2003. [4] S. Klosek y D. Raftery, «Visible light driven V-doped TiO photocatalyst and its photooxidation of ethanol,» J. Phys. Chem. B, vol. 105, n° 14, pp. 2815-2819, 2001. [5] O. Hernández-Cristóbal, J. Arenas-Alatorre, G. Díaz, D. Bahena y M. J. Yacamán, «High Resolution HAADF Characterization of Ir/TiO<sub>2</sub> Catalyst Reduced at 500 °C: Intensity Profile Analysis,» Journal of Physical Chemistry C, vol. 119, n° 21, pp. 11672-11678, 2015.

rpeстана94@gmail.com

**Palabras claves:** rutilo, iridio, nuget elastic band, migracion ir.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DE PROPIEDADES ELECTRÓNICAS DE LA CALCOPIRITA $\text{CuIn(1-x)AlxTe2}$

*Diego Alejandro Rasero Causil - Universidad Surcolombiana*

*Jesus Antonio Jimenez Arias - Universidad Surcolombiana*

En la actualidad enfrentamos el problema de producir energía sin tener un gran impacto en el medio ambiente. Existen métodos de origen fósil como el carbón, petróleo y gas natural, que al producir energía emiten a la atmosfera muchos gases que resultan tóxicos y no se disipan fácilmente por si solos. Por otro lado están métodos que generan menos impacto al medio ambiente como por ejemplo, la energía eólica y la energía fotovoltaica. Esta última, representa una alternativa de solución a esta problemática, y se ha convertido en un campo de investigación teórico/experimental que ha permitido el desarrollo paneles solares combinando materiales orgánicos (polímeros de fullereno) y no orgánicos ( $\text{CdS}$ ,  $\text{CdSe}$ , y  $\text{CuIn}_x\text{Ga(1-x)Se}_2$ ), estos materiales tienen aplicaciones tecnológicas en el campo de la conversión fotovoltaica de energía y como foto detectores. En este trabajo se ha hecho un estudio teórico de la estructura de bandas del compuesto cuaternario  $\text{CuIn(1-x)AlxTe}_2$  para diferentes valores de la concentración  $x$ . El estudio consistió en determinar los parámetros necesarios que permitieran ajustar los resultados teóricos a la curva experimental de la brecha de energía prohibida en función de la concentración. Los cálculos se realizaron empleando el método Tight-Binding y la aproximación de cristal virtual, considerando estructura cristalina ideal y con distorsiones. A partir de estos parámetros se calcularon

las relaciones de dispersión y las densidades de estados (DOS) totales y parciales. Se determinó que el compuesto cuaternario  $\text{CuIn}(1-x)\text{Al}_x\text{Te}_2$  es un semiconductor directo en  $\Gamma$ , para todos los valores de la concentración  $x$ .

jesusjimenez951230@hotmail.com

**Palabras claves:** calcopiritas, tight-binding, estados electrónicos, cristal virtual,  $\text{cuin}(1-x)\text{al}_x\text{te}_2$ .

MC530P

## CARACTERIZACIÓN MAGNÉTICA E HIPERFINA DE LA TRANSFORMACIÓN TÉRMICA $\text{CuO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ A $\text{Fe}_3\text{O}_4$

*Juan David Betancur Ríos - Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*

*Johans Restrepo Cárdenas - Universidad de Antioquia*

*Jhon Jairo Fernández - Universidad de Antioquia*

*Oswaldo Pérez - Universidad de Antioquia*

Se presenta un estudio magnético acerca de la transformación térmica de hematita dopada con  $\text{CuO}$  ( $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{CuO}$ ). Las muestras fueron caracterizadas por espectroscopia Mössbauer a temperatura ambiente, magnetización en función de la temperatura y ciclos de histéresis. Los resultados sugieren que los campos hiperfinos A y B permanecen constantes con el aumento de la concentración de  $\text{CuO}$ , mientras que a la vez surge una componente paramagnética, lo cual es un indicativo de la incorporación del cobre a la estructura de la magnetita. Se presenta una inversión de la magnetización en la temperatura de Verwey. Los datos sugieren que mediante el método de síntesis empleado se obtienen partículas de magnetita



Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dopadas con Cu ó CuO en su estructura cristalina, lo cual modifica las propiedades magnéticas y genera un efecto interesante en la magnetización a la temperatura de Verwey.

juan.betancur@escuelaing.edu.co

**Palabras claves:** magnetita, hematita, espectroscopia mössbauer, temperatura de verwey.

MC555P

## INFLUENCIA DE LA SEGREGACIÓN EN LAS PROPIEDADES ÓPTICAS DE POZOS CUÁNTICOS SEMICONDUCTORES

*Huberney Celemín Sánchez - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima*

*Miguel Iban Delgado Rosero - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima*

*Nori Magali Jurado Meneses - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima*

*Ramiro Uribe Kaffure - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima*

*Jairo Armando Cardona Bedoya - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima*

Se estudió la influencia de la segregación en las propiedades ópticas de los pozos cuánticos semiconductores III-V. La

segregación de los átomos de la columna III durante el crecimiento de pozos cuánticos semiconductores III-V da lugar a interfaces no abruptas y a composiciones diferentes en la superficie del material en bulto. Este efecto modifica los estados electrónicos en el pozo cuántico y la energía de emisión en el espectro de fotoluminiscencia. En este trabajo se resuelve mediante serie de potencias la ecuación de Schrödinger considerando un potencial simétrico tipo Cauchy, el cual es suave y decreciente al infinito. Se propone dicho potencial debido a los cambios de forma en el pozo cuántico por la segregación de átomos durante el proceso de crecimiento del pozo semiconductor. Se determinó el espectro de energías de los estados ligados y las funciones de onda correspondientes en función de los parámetros que caracterizan dicho potencial. Este modelo fue aplicado al caso de la segregación de indio en el sistema InGaN/GaN. Las energías de transición se calculan a partir de las diferencias de energía de electrones y huecos en función del ancho del pozo y la temperatura de crecimiento. Dichos cálculos están de acuerdo con los picos de energía de fotoluminiscencia reportados.

jcardona@ut.edu.co

**Palabras claves:** segregación, pozos cuánticos semiconductores, fotoluminiscencia.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## EFFECTO DE LA HUMEDAD RELATIVA EN ELECTROLITOS SÓLIDOS POLIMÉRICOS PEO/CF<sub>3</sub>COOLi

*Miguel Iban Delgado Rosero - Universidad del Tolima*

*Nori Magali Jurado Meneses - Universidad del Tolima*

*Jairo Armando Cardona Bedoya - Universidad del Tolima*

*Ramiro Uribe Kaffure - Universidad del Tolima*

Se analizó por espectroscopía de impedancia y calorimetría diferencial de barrido, el efecto de la humedad en electrolitos sólidos poliméricos formados a partir de polióxido de etileno (PEO) y trifluoro acetato de litio (CF<sub>3</sub>COOLi) por el método de solución. Los análisis de espectroscopía de impedancia muestran que la conductividad de las membranas en función de la humedad relativa (%RH), presenta un crecimiento exponencial debido a la alta disociación de iones Li<sup>+</sup> en el agua absorbida por las membranas. Análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC) en las membranas completamente deshidratadas muestran dos anomalías endotérmicas: una alrededor de 330 K atribuida a la fusión de la fase cristalina del PEO y la otra alrededor de 393 K atribuida a la fusión de la fase cristalina del complejo formado entre PEO y CF<sub>3</sub>COOLi. En muestras mantenidas a humedad relativa de 80%, un nuevo pico endotérmico es observado por debajo de 330 K, el cual desaparece en un segundo barrido, lo que se atribuye a evaporación del agua absorbida.

mirosero@ut.edu.co

**Palabras claves:** electrolitos sólidos, conducción iónica, humedad relativa, transiciones de fase.

MC569P

## **EFEECTO DE NANOPARTÍCULAS DE TiO<sub>2</sub> EN LA CONDUCTIVIDAD DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS (PEO)<sub>4</sub>CF<sub>3</sub>COOLi**

*Nori Magali Jurado Meneses - Universidad del Tolima*

*Miguel Iban Delgado Rosero - Universidad del Tolima*

*Jairo Armando Cardona Bedoya - Universidad del Tolima*

*Ramiro Uribe Kaffure - Universidad del Tolima*

Se prepararon compositos formados por (PEO)<sub>4</sub>CF<sub>3</sub>COOLi con diferentes concentraciones de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> por el método de solución. El efecto de la adición del TiO<sub>2</sub> en el electrolito sólido polimérico, se analizó mediante espectroscopía de impedancias y calorimetría diferencial de barrido (DSC), con el fin de estudiar las propiedades eléctricas y térmicas. Los resultados indican que la conductividad iónica aumenta cuando se agrega las partículas de relleno, alcanzando un máximo de conductividad, cuando la concentración es de 8% en fracción de masa con relación a todo el electrolito. A mayores concentraciones de TiO<sub>2</sub> la conductividad decrece como consecuencia del bloqueo de los caminos de conducción. Los gráficos de conductividad en función del inverso de la temperatura muestran un comportamiento Arrhenius con energía de activación alrededor de 0,5 eV. Los resultados de conductividad son consistentes con los termogramas DSC que muestran una anomalía alrededor de 383 K atribuida a la fusión del complejo (PEO)<sub>4</sub>CF<sub>3</sub>COOLi, el cual reduce su amplitud

a medida que se incrementa la concentración de  $\text{TiO}_2$  indicando que la cristalinidad del sistema decrece, lo que se entiende como la consecuencia del incremento en la conductividad iónica.

nmjuradom@ut.edu.co

**Palabras claves:** compositos, espectroscopia de impedancia, calorimetría diferencial de barrido, nanopartículas  $\text{TiO}_2$ .

MC5720

## **ESTUDIO DE LOS CAMBIOS ESTRUCTURALES, MICROESTRUCTURALES Y TÉRMICOS MEDIANTE CARACTERIZACIÓN DEL LATÓN KUNIAL SOMETIDO A TRATAMIENTO TÉRMICO A DIFERENTES TEMPERATURAS.**

*Mauricio salazar sicacha - universidad del quindío*

En la actualidad los metales juegan un rol importante en los medios de transporte y en las construcciones de tipo civil, ya que se incluyen estructuras metálicas en ellas. Los metales también sobresalen en la conducción de la electricidad y del calor respecto a otros materiales por su conductividad eléctrica y térmica. Por otro lado, los usos más comunes de los metales están asociados a las herramientas de taller y a los utensilios domésticos. El desarrollo de aplicaciones exige el conocimiento de las propiedades del material que se ha de utilizar, es decir, conocer explícitamente las propiedades asociadas a las aplicaciones mismas, tales como conductividad eléctrica y térmica, la dureza superficial, la estructura cristalina, entre otras. El objetivo central de este trabajo

fue estudiar mediante caracterización los cambios estructurales, microestructurales y térmicos del Latón Kunial sometido a tratamiento térmico a diferentes temperaturas. Los resultados obtenidos muestran que para tratamientos térmicos de 300 °C, 400 °C y 500 °C la superficie de los límites de grano aumenta y posteriormente para tratamientos térmicos de 600 °C, 700 °C y 800 °C una mezcla de Ni y Al se va acumulando en los límites de grano. A partir de esta evidencia se observan cambios en las propiedades mecánicas y térmicas del material, en donde la dureza superficial, la difusividad térmica y la conductividad térmica revelaron un incremento de magnitud que sigue una tendencia ligada a los tratamientos térmicos, en tanto para el producto  $\rho C$  se evidencia un decremento en magnitud y no se observa ninguna tendencia ligada a los tratamientos térmicos.

mauricio1166ss@hotmail.com

**Palabras claves:** laton kunial, tratamiento térmico, caracterización térmica, estructural y microestructural.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## RECUBRIMIENTOS DE TiO<sub>2</sub> DOPADO CON CROMO SOBRE ACERO INOXIDABLE AISI 304 DEPOSITADOS POR LA TÉCNICA SOL-GEL POR EL MÉTODO INMERSIÓN

*Uriel Hernández Rojas - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Alto de Santa Helena. Ibagué. Colombia*

*Juan Bernardo Valencia Ceballos - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Alto de Santa Helena. Ibagué. Colombia*

*Miguel Iban Delgado Rosero - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Alto de Santa Helena. Ibagué. Colombia*

*Nori Magali Jurado Meneses - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Alto de Santa Helena. Ibagué. Colombia*

*Ramiro Uribe Kaffure - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Alto de Santa Helena. Ibagué. Colombia*

*Jairo Armando Cardona Bedoya - Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos. Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Alto de Santa Helena. Ibagué. Colombia*

En este trabajo se realizó el estudio de recubrimientos de TiO<sub>2</sub> dopado con cromo en diferentes concentraciones sobre acero inoxidable AISI 304 para promover una mayor resistencia a la corrosión y también sobre vidrio común para efectos de caracterización. Los recubrimientos se hicieron mediante la técnica de sol gel por el método de inmersión, el sol gel fue preparado a a partir de una mezcla de C<sub>12</sub>H<sub>28</sub>O<sub>4</sub>Ti y CrCl<sub>3</sub>•6H<sub>2</sub>O, etanol absoluto C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH y ácido nítrico HNO<sub>3</sub>

como precursores y disolventes para obtener películas de  $\text{TiO}_2$  con diferente concentración de Cromo y buena composición estequiométrica. Los recubrimientos se caracterizaron mediante las técnicas de difracción de rayos X (DRX), microscopía Raman y microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX) y espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS). En la caracterización por Raman se observa que las películas son del compuesto anatasa, por caracterización espectroscópica de UV-Vis, se obtiene un band gap característico del  $\text{TiO}_2$ , además se observa un corrimiento de las líneas de absorción hacia energías menores conforme aumenta la concentración de Cr. Por espectroscopia de energía dispersiva se cuantifico el cromo incorporado, el cual varía en el rango de 0.5-5.9%. Se estudió la influencia de Cr incorporado en las películas de  $\text{TiO}_2$  para la mejora de las propiedades anticorrosivas. Los métodos de medición de la corrosión fueron las curvas anódica y catódica de Tafel y la de impedancia electroquímica.

jcardona@ut.edu.co

**Palabras claves:** sol gel, corrosión, tafel.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## EFFECT OF MORPHOLOGY ON SPECTRAL PROPERTIES OF N-TYPE INAS/GAAS QUANTUM DOTS

*José Sierra Ortega - Grupo de Investigación en Teoría de la Materia Condensada,  
Universidad del Magdalena, Santa Marta*

*Ruthber Escorcía Caballero - Grupo de Investigación en Teoría de la Materia  
Condensada, Universidad del Magdalena, Santa Marta*

*Iliá Mikhailov - Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga*

We analyze the density of the energy states close to the conduction band bottom in the framework of the Kane model for axially symmetrical self-assembled quantum dots in a form of the InAs thin layer with randomly distributed shallow donors, deposited over the GaAs substrate. In order to find the energy spectrum of an individual arbitrary situated donor confined within the structure we use the simple method proposed in Ref. [1], which allows us to relate two-dimensional adiabatic potential inside the layer to its profile and in this way to find the solution of the Schrödinger equation in a form of the double Fourier series expansion. The resulting density of energy states is obtained by means of ensemble averaging for the structure with homogeneously distributed donors. We present curves of the density of states for structures with disk-shaped, lens-shaped and volcano-shaped morphologies and compare them with those obtained in the effective mass approximation for different quantum dots dimensions. [1] L. F. García, S. Yu. Revinova, I. D. Mikhailov, Superlattices and Microstructures 103, (2017) 151

jsierraortega@gmail.com

**Palabras claves:** quantum dots, shallow donor, spectral properties.

MC601P

## CHARGE DISTRIBUTION INDUCED BY SHALLOW DONOR IN ELONGATED QUANTUM DOT

*Ruthber Escorcía Caballero - Universidad del Magdalena*

*Jose Sierra Ortega - Universidad del Magdalena*

*Iliá Mikhailov - Universidad Industrial de Santander*

By using a simple semi-empiric relation between geometrical parameters of the quantum dot profile and the confinement potential, governing the in-plane electron's movement, we study in the framework of the Kane model the effect of the non-parabolicity of the conduction band on the charge distribution induced by the shallow donor in elongated InAs/GaAs quantum dots with lens-shaped and volcano-shaped profiles in the presence of an in-plane electric field and an external magnetic field applied perpendicular to the layer. Also, we analyze the effect of the elongation of the structure on the induced electric and magnetic momenta. We compare the results for different quantum dot dimensions with those obtained in the effective mass approximation

escorcía@telecom.com.co

**Palabras claves:**

## MAGNETOELECTRIC EFFECT IN CONCENTRIC QUANTUM RINGS INDUCED BY SHALLOW DONOR

*Ruthber Escorcía Caballero - Universidad del Magdalena*  
*Luis Francisco García - Universidad Industrial de Santander*  
*Iliá Mikhailov - Universidad Industrial de Santander*

We study the magnetic and electric dipole momenta induced by an on-axis donor in a double axially InAs/GaAs symmetrical double concentric quantum ring in the presence of an in-plane electric field and an external magnetic field applied along the symmetry axis. To this end we consider a model, in which the thickness of the InAs layer is changed smoothly in the radial direction and it is characterized by the heights of the inner and outer holes and rims, and we show that the electric and magnetic properties of this structure can be changed drastically by varying these four parameters. We find the corresponding electric and magnetic dipole momenta by deriving the energies dependencies on the electric and magnetic fields, which are calculated numerically by using the double Fourier series expansion method. The entanglement of the states with different radial and orbital quantum numbers, the period and the amplitude of the Aharonov-Bohm oscillations exhibit a high sensibility to any variations of the rims and the holes heights. We show besides, that the electric dipole momentum induced by the electric field depends on the external magnetic field, i. e. electric properties of the structure can be controlled by the external magnetic field and vice versa.

escorcía@telecom.com.co

## **ESTUDIO CON DINÁMICA MOLECULAR DEL COMPORTAMIENTO IÓNICO DEL AGI ALREDEDOR DE SU TRANSICIÓN DE FASE B-A**

*Javier Antonio Trujillo Ocampo - Universidad de Cartagena*

*Alvaro Garcia Muriel - Universidad de Cartagena*

*Eider Vivas Tulandy - Universidad de Cartagena*

Mediante dinámica molecular se realizaron simulaciones del comportamiento del yoduro de plata (AgI) 20 K alrededor de su transición de fase  $\beta$ - $\alpha$  a 420 K en la que éste pasa de conductor iónico a superconductor iónico. Para ello se construyó en LAMMPS un cubo de doce constantes de red de lado en el cual se colocaron los 1728 iones con una interacción dada por un potencial de Buckingham, de cada especie portadora de carga, aleatoriamente ubicados y a una temperatura de 0 K, luego se llevó el sistema a cien grados por encima de su temperatura de fusión en un ensamble NVE para posteriormente enfriarlo gradualmente en ensambles NPT cada 30 K hasta llegar a temperaturas cercanas a la transición de interés. Con los cálculos del desplazamiento cuadrático medio (MSD), la función de distribución radial  $g(r)$  y el desplazamiento cuadrático medio entre configuraciones (MCSD) se obtuvieron resultados acordes con reportes experimentales alrededor de la transición. Por un lado con el MSD se observan cambios en la movilidad que sufren los iones de Ag en la transición  $\beta$ - $\alpha$ , por otra parte la función  $g(r)$  muestra "picos" ubicados en posiciones cercanas a los reportados en la literatura. También se

logró separar los grupos de iones con mayor porcentaje de movilidad junto a sus vecinos cercanos de modo tal que fue posible observar en 3D cómo el cambio, en la ubicación espacial de los vecinos, puede llegar a provocar el desplazamiento de uno de los iones en particular.

jtrujilloo@unicartagena.edu.co

**Palabras claves:** dinámica molecular, transiciones de fase, desplazamiento medio cuadrático.

MC616P

## PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES MAGNÉTICAMENTE BLANDOS Y DUROS A PARTIR DE NANO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS PRODUCIDAS POR PULVERIZACIÓN CATÓDICA

*Yebrayl Antonio Rojas Martínez - Universidad del Tolima*

*Dagoverto Oyola lozano - Universidad del Tolima*

*Humberto Bustos Rodríguez - Universidad del Tolima*

*Elver Favian Quinvaya - Universidad del Tolima*

Se presenta un estudio sobre la influencia en las propiedades magnéticas, del método de preparación de aleaciones como el aleamiento Mecánico (AM) y el crecimiento de películas delgadas por pulverización Catódica. Se utilizó la técnica del aleamiento mecánico (AM) asistido por surfactante para preparar aleaciones nanoparticuladas de los sistemas Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B, Fe, FeAl y FeSi, para la fabricación de blancos para pulverizarlos Catódicamente con campo magnético homogéneo. A partir de los blancos se

obtuvieron películas delgadas y desarrollando un estudio comparativo de las propiedades magnéticas de polvos, películas y polvos de blancos después de crecidas las películas. El polvo se sometió a diferentes tiempos de molienda, con ácido oleico como surfactante hasta reducir el tamaño medio de las partículas de orden nanométrico de aproximadamente 50 nm. El polvo nanoparticulado de Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B, y FeAl, y de Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B y FeSi se mezcló, prensó y sinterizó a diferentes temperaturas para determinar las condiciones óptimas y de estequiometría, que permite obtener un imán permanente nanoestructurado, con mejores o similares propiedades que los del mercado. Las películas se crecieron a diferente temperatura y para tal propósito se construyó un criohorno que se utilizó como ánodo. Todas las muestras producidas (polvo, películas y polvo radiado con el plasma) en las diferentes etapas se estudiaron estructural y magnéticamente mediante diferentes técnicas como: difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido de alta resolución, espectrometría Mössbauer a diferentes temperaturas y medidas magnéticas con un magnetómetro de muestra vibrante (VSM).

yarojas@ut.edu.co

**Palabras claves:** pulverización catódica, aleamiento mecánico espectroscopía de mössbauer.

## ADSORCIÓN DE OXÍGENO SOBRE LA SUPERFICIE GRAFENO/(0001) GAN

*Fabian Herrera Rodríguez - Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada*

*Jairo Arbey Rodríguez Martínez - Universidad Nacional de Colombia Bogotá  
Ma. Guadalupe Moreno Armenta - Centro de Nanociencias y Nanotecnología*

Existen trabajos experimentales donde se describen los beneficios de depositar grafeno en la superficie de nitruro de galio (GaN)<sup>1</sup> o donde se utiliza óxido de grafeno como sustrato del GaN<sub>2</sub>, principalmente aprovechando las propiedades térmicas del grafeno u óxido de grafeno para reducir la temperatura de operación de los dispositivos que forman junto con el GaN, ya sea transistores<sup>1</sup> o diodos emisores de luz<sup>2</sup> o donde se utiliza la propiedad de transparencia del grafeno para desarrollar diodos de alta potencia<sup>3</sup>. Sin embargo, los trabajos teóricos que describen los fenómenos físicos que dan origen a dichas aplicaciones son escasos<sup>4</sup>. En este trabajo se empleó el método de la teoría del funcional de la densidad (DFT) como está implementado en el paquete computacional QUANTUM-espresso<sup>5</sup>, para analizar el efecto de la adsorción de un átomo de oxígeno en diferentes posiciones de la superficie grafeno/(0001) GaN mediante el estudio de la estructura de bandas de cada caso. Los resultados obtenidos indican que el oxígeno favorece la interacción entre el grafeno y el nitruro de galio, a su vez el sistema formado cambia de carácter metálico a semiconductor dependiendo del grado de interacción existente entre dichos compuestos.

**Palabras claves:** grafeno, teoría funcional de la densidad, absorción de átomos.

NC23P

## RECUBRIMIENTOS EN FORMA DE BICAPAS DE VN/TiN, PRODUCIDOS POR MAGNETRÓN SPUTTERING D.C

*María José Rivera Chaverra - Universidad Nacional de Colombia*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia*

*Daniel Escobar Rincón - Universidad Nacional de Colombia*

Fueron producidas sistemas de multicapas de nitruro de vanadio/nitruro de titanio (VN/TiN) variando el número de bicapas, usando la técnica magnetrón sputtering D.C, con el objetivo de crear un sistema de recubrimiento con alta resistencia al desgaste, alta dureza y buena adherencia. Para ello se realizó una variación en el número de bicapas y se analizó la influencia de estos parámetros de síntesis en el comportamiento composicional, morfológico y tribológico de estos recubrimientos. Se emplearon blancos de vanadio y titanio en un ambiente de argón y nitrógeno (Ar-N<sub>2</sub>) y dichas películas fueron depositadas en acero inoxidable 304 llevado previamente a pulido espejo. Las características estructurales, composicionales y morfológicas fueron obtenidas por medio de las técnicas de difracción de rayos X (XRD), espectroscopía de dispersión de energía de rayos X (EDS) y microscopía de fuerza atómica (AFM), respectivamente; y también fueron obtenidas valores de coeficiente de fricción y tasas de



desgaste con la técnica de ball on disk. Adicional a esto se realizaron pruebas de scratch para determinar características de adherencia del sistema sintetizado. Como resultado importante, se encontró la formación de materiales nanocrystalinos, lo cual podría ser la causa de la baja rugosidad y bajo coeficiente de fricción obtenidos para las muestras. Esto puede ser debido a la presencia de tamaños de grano superficial en el rango nanométrico, generándose una configuración morfológica que favorece a procesos tribológicos presentes en los procesos de scratch y ball on disc.

majriverach@unal.edu.co

**Palabras claves:** recubrimientos, comportamiento composicional y tribológico, vn/tin.

NC240

## CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA Y MORFOLÓGICA DE ANDAMIOS CONSTRUIDOS POR ELECTROSPINNING CON BASE DE PVA IÓNICAMENTE MODIFICADO PARA APLICACIÓN EN INGENIERÍA DE TEJIDO DE PIEL

*Hector Fabio Aguinaga Carvajal - Instituto Tecnológico Metropolitano - Medellín*

*Victor Hugo Zapata Sánchez - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín*

*Maria Elena Moncada acevedo - Instituto Tecnológico Metropolitano - Medellín*

Abstract: Tissue engineering is presented as a growing area since the last years and with important applications in different human tissues between them and the skin. Different materials and

techniques that are evaluated to obtain a material increasingly suitable to the functions of the skin in case of loss or deterioration. In this work were constructed nanostructured scaffolds based on pure PVA and ionically modified with different concentrations of KCL, using the technique of electrospinning. Scaffolds were constructed for the pure material and for KCL concentrations: 0.05% Wt; 0.07% Wt; 0.10% Wt and 0.15% Wt. On the scaffolds SEM and electrical impedance tests were performed to observe morphology and electrical properties. It was found that the diameters of the fibers obtained and the electric conduction increased with the concentration of KCL applied and that the material and selected concentrations allowed the obtaining of nanostructured membranes.

haguinagac@gmail.com

**Palabras claves:** key words: tissue engineering, electrospinning, skin, modified materials.

NC390

## OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DE MOLÉCULAS ARTIFICIALES PARA QUBITS HÍBRIDOS

*Luis Fernando Aguilar Pinzón - UPTC*

*Hanz Yecid Ramírez Gómez - UPTC*

Los puntos cuánticos son candidatos favorables para el procesamiento de información cuántica debido a que presentan estados de energía discretizados, lo que posibilita su uso como

qubits, aprovechando la sintonizabilidad de las energías electrostáticas y de intercambio a través de parámetros geométricos y de campos externos. Pares de electrones confinados en puntos cuánticos dobles han sido de gran importancia debido a su potencial para desarrollar operaciones que relacionan la carga y el espín del electrón, generando qubits híbridos en los cuales se toma ventaja del desdoblamiento por intercambio de los estados energéticos y del tunelamiento entre puntos. En este trabajo se estudian teóricamente los diagramas de energía para implementación de qubits híbridos en sistemas de doble punto cuántico con dos electrones confinados armónicamente. Mediante un campo magnético externo se sintonizan transiciones Singlete-Triplete y se determinan regiones del espectro óptimas para la operación eficiente de este tipo de qubits.

luisfernando.aguilar@uptc.edu.co

**Palabras claves:** qubits, interacción coulombiana, interacción de intercambio, tunelamiento cuántico.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE MANGANITAS LA1-X(CA,Sr)XMNO3, PRODUCIDAS EL MÉTODO HIDROTHERMAL

*Viviana Londoño Calderón - Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales*

*Laura Cristina Rave Osorio - Universidad Nacional de Colombia - Sede  
Manizales*

*Oscar Luis Arnache Olmos - Universidad de Antioquia*

*Johans Restrepo Cardenas - Universidad de Antioquia*

*Elisabeth Restrepo Parra - Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales*

Las manganitas son óxidos de manganeso  $A_{1-x}B_xMnO_3$ , donde A corresponde a una tierra rara como La, Pr, Nd y B, a un alcalinotérreo como Sr, Ba, Ca. Este tipo de manganitas han sido ampliamente estudiadas debido a sus propiedades a escala nanométrica, tales como propiedades magnéticas y de transporte eléctrico; una de las manganitas más estudiadas es  $La_{1-x}Ca_xMnO_3$ , debido a sus excelentes propiedades magnéticas y a su rico diagrama de fase, que permite tener gran cantidad de aplicaciones. Sin embargo, uno de los inconvenientes de esta manganita, es que su temperatura crítica, es decir, la transición de ferromagnético a paramagnético, está por debajo de la temperatura ambiente. Esta característica limita sus aplicaciones tecnológicas. Para solucionar este problema, se han realizado estudios de manganitas dopadas con otros elementos en la posición A; en este trabajo se han producido manganitas de  $La_{1-x}(Ca,Sr)_xMnO_3$  utilizando el método hidrotérmal. Con el fin de estudiar y analizar la influencia de la concentración de La, Ca y Sr en las propiedades estructurales, morfológicas y magnéticas. Se realizaron análisis de

difracción de rayos X, microscopia electrónica de barrido, espectroscopia de energía dispersiva y medidas magnéticas; los cuales permitieron evidenciar una deficiencia de oxígeno y un exceso relativo de manganeso en todas las muestras. Este hecho se propone como la causa de un comportamiento magnético inusual con la presencia de una fase reentrante a baja temperatura en algunas muestras y una temperatura crítica de Curie más alta que los valores reportados atribuido al exceso relativo de iones manganeso.

vilondonoca@unal.edu.co

**Palabras claves:** propiedades magnéticas, frustración, reentrante, xrd, sem, vms.

NC750

## SÍNTESIS Y ESTUDIO DIELECTRICO EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA PARA NANOFIBRAS ELECTROHILADAS DE PVAL-OH

*Julián Alberto Pino Hernández - Universidad del Quindío*  
*Angie Lorena Salazar Oliveros - Universidad del Quindío*  
*Jose Humberto Castillo Chamorro - Universidad del Quindío*

Se reporta la preparación de nanofibras de poli(vinil alcohol) (PVA-OH) sobre papel aluminio mediante la técnica de electrohilado. Se obtiene membranas con espesores desde 2 micras para la membrana crecida durante 5 minutos, hasta 20 micras para la membrana crecida durante 35 minutos. Se caracterizan mediante espectroscopia de impedancia Compleja, para evaluar sus

propiedades eléctricas y su capacidad como sistema de absorción de agua en función del porcentaje de humedad relativa (%RH). Se encuentra que las nanofibras son capaces de albergar una gran cantidad de agua al aumentar el %RH debido a su elevada área superficial, también se observa que la porosidad permite un rápido proceso de liberación de agua cuando se disminuye el %RH. La conductividad dc como función del %RH aumenta drásticamente a partir del 40 %RH, donde los datos experimentales presentan un comportamiento sigmoide obedeciendo el modelo de Debye-Hückel-Onsager e indicando la presencia de una fase polimérica muy amorfa similar a un gel. La parte imaginaria del módulo eléctrico, muestra un máximo asociado al movimiento a gran escala de las cadenas principales y secundarias del polímero. Se observa un fuerte desplazamiento del máximo hacia la región de altas frecuencias para %RH mayores del 45 %, indicando que la relajación asociada está activada por la humedad relativa. La parte real de la conductividad presenta tanto el régimen dc a baja frecuencia y el comportamiento ac a alta frecuencia para porcentajes menores del 50 % RH, mientras que para %RH mayores, se observa un comportamiento lineal en todo el rango de frecuencia, asociado a la respuesta ac.

japinoh@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** nanofibras, electrohilado, modelo onsager, humedad relativa.

## DIAGRAMA DE FASES DE NANO-PARTÍCULAS MAGNÉTICAS CON SIMETRÍA CILÍNDRICO – ELÍPTICA

*Claudia Patricia Negrete Varela - Universidad de Sucre*

*Omar Suarez - Universidad de Sucre*

*Jorge Otalora - Leibniz Institute for Solid State and Materials Research*

El estudio de las propiedades de equilibrio de nano-partículas magnéticas con diferentes geometrías han sido objeto de investigación en la últimas décadas, no solo para el entendimiento de sus propiedades fundamentales, sino también por sus posibles aplicaciones tecnológicas en nano y biotecnología [1-3]. En este trabajo presentamos un estudio teórico de las propiedades magnéticas en nano-partículas con geometría cilíndrico-elípticas. Expresiones para la energía total de cuatro configuraciones magnéticas características son obtenidas como función de los parámetros geométricos altura  $H$  y semieje mayor  $\xi$ : ferromagnetismo en el plano, ferromagnetismo fuera del plano, formación de vórtices y doble vórtices. En términos de los parámetros geométricos un diagrama de fases magnético es elaborado, indicando regiones de estabilidad donde las configuraciones magnéticas son encontradas. [1] G. W. Qin, et al. "Soft magnetic nanomaterials towards nanomedicine: magnetism principles, preparation, characterization and potential applications." *Selected Topics in Nanomedicine 3* (2013): 301. [2] P. Landeros, O. J. Suarez, A. Cuchillo, and P. Vargas. Equilibrium states and vortex domain wall nucleation in ferromagnetic nanotubes. *Phys. Rev. B* 79 024404 (2009). [3] Smiljan Vojkovic,

Alvaro S. Nunez, Dora Altbir, and Vagson L. Carvalho-Santos. Magnetization ground state and reversal modes of magnetic nanotori. Cond-mat.mes-hall. arXiv:1603.07741 (2016).

patricianv88@gmail.com

**Palabras claves:** nano-partículas, biotecnología, diagrama de fases magnético.

NC119P

**FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN  
MORFOLÓGICA, ESTRUCTURAL, ÓPTICA Y  
ELÉCTRICA DE UN COMPOSITO BASADO EN POLI  
VINIL-ALCOHOL Y REFORZADO CON  
NANOPLAQUETAS DE GRAFITO OXIDADO REDUCIDO**

*Narly Andrea Echeverry Montoya - Universidad del Quindío*

*Daniela Osorio - Universidad del Quindío*

*Edward Alexander Montoya Franco - Universidad del Quindío*

*Jhon Jairo Prias Barragán - Universidad del Valle*

*Hernando Ariza Calderón - Universidad del Quindío*

Se presenta el proceso de fabricación y caracterización morfológica, estructural, óptica y eléctrica de un composito basado en Polivinil alcohol comercial y reforzado con nanoplaquetas de grafito oxidado reducido, obtenidas del precursor *Guadua angustifolia* Kunth, biotipo macana. Estas nanoplaquetas fueron obtenidas por el método de descomposición térmica, mediante un proceso de doble pirolisis a 973 K y en baja atmosfera de nitrógeno. Mediante microscopía electrónica de barrido, se identificó la nanoestructura del refuerzo con espesores alrededor de 64nm. La



caracterización estructural por difracción de rayos x permitió observar una leve modificación estructural del polímero con el corrimiento y ensanchamiento del pico principal, lo cual podría atribuirse a la presencia del refuerzo de grafito Oxidado reducido. Se obtuvieron espectros de FTIR, lográndose observar la presencia de grupos hidroxilo, carboxilo y epóxidos en el composito. Se hizo caracterización eléctrica, encontrándose que a medida que se incrementa la concentración de nanoplaquetas de grafito oxidado reducido en la matriz polimérica, se incrementa la conductividad eléctrica volumétrica y superficial del polímero. Estos resultados sugieren que el composito propuesto podría ser empleado en aplicaciones de electrónica flexible y portable, para el desarrollo de protectores de radiación electromagnética livianos y flexibles, y electrodos colectores de corriente flexibles.

naecheverri@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** composito, conductividad eléctrica, guadua, nanoplaquetas de grafito oxidado reducido.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## ESTUDIO DE HEXAFERRITA M SRFE12-XCOXO19 POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

*John William Sandino Del Busto - Grupo de Microscopía Electrónica Universidad Nacional de Colombia*

*Luis Fernando Sua Romero - Grupo de Microscopía Electrónica Universidad Nacional de Colombia*

*Luis Carlos Moreno Aldana - Grupo de Microscopía Electrónica Universidad Nacional de Colombia*

Las ferritas hexagonales tipo M o hexaferritas M ( $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) son materiales que presentan una gran variedad de propiedades físicas y son de gran importancia en la industria por sus diversas aplicaciones. Motivo por el cual el estudio de estas hexaferritas ha tenido gran auge en los últimos años, sobre todo en la búsqueda de mejores propiedades magnetoeléctricas del material a través de: sustituciones en su composición, nuevos métodos preparación, así como variaciones en temperaturas y rampas de sinterización. En esta investigación se buscó estudiar el comportamiento magnético de una hexaferrita tipo M por medio del método químico denominado “método Citrato”, a la cual se le realizaron sustituciones de hierro por cobalto ( $\text{SrFe}_{12-x}\text{CO}_x\text{O}_{19}$ ) en pasos de  $1 < X < 6$ , con la idea de cambiar el eje de magnetización fácil. Respecto al método de preparación más frecuente “reacción de estado sólido”, el utilizado presenta un tamaño de partículas más pequeño y uniforme requiriendo menor energía en el proceso así como tiempos de sinterización más cortos. La información sobre la hexaferrita ha sido recolectada a través del Microscopio electrónico de Barrido (SEM), con difracción de rayos X (XRD) y por análisis

magnético de la muestra, obteniendo información prometedora sobre el cambio de un eje de fácil magnetización a otro con un plano basal de magnetización.

lfsuar@unal.edu.co

**Palabras claves:** hexaferrita srm, método citrato, microscopía electrónica, sem.

NC1650

## **ANÁLISIS DE ESPECTROS DE RAMAN, FTIR Y UV-VIS EN PLAQUETAS DE GRAFITO OXIDADO OBTENIDAS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH**

*Diego Javier Sánchez Trujillo - Universidad del Quindío*

*Jhon Jairo Prías Barragán - Universidad del Quindío*

*Hernando Ariza Calderón - Universidad del Quindío*

En este trabajo se presenta el análisis de espectros de Raman, FTIR y UV-Vis en plaquetas de grafito oxidado (GO) obtenidas del precursor guadua angustifolia Kunth, biotipo macana, para diferentes temperaturas de carbonización. Las muestras de GO fueron sintetizadas por el método de descomposición térmica en sistema automatizado de pirólisis, bajo temperatura controlada y atmósfera de nitrógeno durante una hora; lográndose GO para las temperaturas de carbonización de: 573, 673, 773, 873 y 973 K. Se analizaron algunas imágenes de microscopía electrónica de barrido (MEB), de transmisión (MET) y de fuerza atómica (MFA); encontrándose, que la distribución del área superficial y espesor, permite identificar plaquetas de tamaños micro y nanométricos. La

caracterización mediante espectroscopía Raman, permitió identificar la presencia de las bandas D, G y D' relacionadas con la estructura grafítica y una banda relacionada con la presencia de la vibración O-Si-O. El análisis de los espectros de FTIR permitió identificar la presencia de tres picos principales en 1100  $\text{cm}^{-1}$ , 1575  $\text{cm}^{-1}$  y 3430  $\text{cm}^{-1}$  los cuales se podrían asociar a la presencia de los enlaces Si-O, C=C y O-H. Asimismo, las mediciones en el rango espectral del UV-VIS permitieron identificar una respuesta óptica con un amplio ancho de banda, posiblemente relacionado a la presencia de óxidos en las plaquetas. Del respectivo análisis de resultados, se logró proponer un modelo molecular del tipo Lerf-Klinowski que se aproxima bastante bien a la estructura básica exhibida experimentalmente por las plaquetas de GO obtenidas del bambú.

djsanchez@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** caracterización, grafito oxidado, guadua angustifolia kunth, plaquetas, modelo molecular.

NC185P

## PLASMONES SUPERFICIALES EN GRAFENO

*Jenny Paola Romero Castro - Grupo de instrumentación Científica y Didáctica,  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
César Aurelio Herreño Fierro - Grupo de Instrumentación Científica &  
Didáctica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

El grafeno es el material principal en el grupo de cristales bidimensionales (2D) de gran atención en la última década. Uno de los temas más fascinantes en el estudio óptico del grafeno es el

confinamiento de plasmones superficiales, junto con las propiedades ópticas en interacción con luz para diferentes rangos del espectro electromagnético. Al mismo tiempo, el desarrollo de las microscopías ópticas ha generado una vía de fácil acceso a la caracterización de plasmones en este material. Es así como la exploración mediante microscopía óptica de campo cercano (s-SNOM) permite la interacción directa con plasmones superficiales en el grafeno, así como el estudio de su interacción con el medio dieléctrico. En este trabajo se presentan los resultados de la preparación y caracterización de nanocintas de grafeno. Las muestras fueron preparadas sobre sustratos de Si y SiO<sub>2</sub> mediante exfoliación micromecánica de grafito pirolítico altamente orientado (HOPG). Se usan técnicas de microscopía óptica, microscopía de fuerza atómica (AFM) y microscopía de campo cercano (s-SNOM) para la caracterización de las muestras. Del proceso de exfoliación se obtienen nanocintas de grafeno de ~189 nm de ancho en las que se identifican modos plasmónicos con una fuerte concentración del campo electromagnético en sus bordes como consecuencia de la interferencia de ondas que se propagan desde la puntera del s-SNOM. Los resultados son consistentes con predicciones teóricas anteriores [1]. [1] J. Chen, P. Alonso González et. al., Nature 487, 77–81 (2012).

[jpromeroc@correo.udistrital.edu.co](mailto:jpromeroc@correo.udistrital.edu.co)

**Palabras claves:** campo cercano; grafeno; plasmones superficiales.

## SINTONIZACIÓN POR MEDIO DE CAMPO MAGNÉTICO DE LA RELAJACIÓN EXCITÓNICA EN MOLECULAS ARTIFICIALES

*José Ricardo Mariño Ramírez - Grupo de instrumentación, modelamiento,  
automatización y control*

*Hanz Ramírez - grupo de física teórica y computacional*

*José Ricardo Mariño Ramírez - grupo de física teórica y computacional*

La energía que posee el excitón es determinante en la duración de su vida media. Esta a su vez depende de la probabilidad de que un par electrón-hueco se recombine. Los mecanismos principales de relajación excitónica, son la desexcitación radiativa y la disipación energética a través de interacción con fonones, en la que el excitón intercambia energía y momentum con los modos propios de vibración de la red cristalina. En este trabajo se estudian los efectos de un campo magnético externo, sobre la energía propia y función de onda de un excitón confinado en un punto cuántico doble acoplado por tunelamiento cuántico. Este esquema de control, permite modular la interacción portador-fonón, y consecuentemente del tiempo de vida de los excitones ópticamente activos. Este método de manipulación optoelectrónica, ofrece nuevas posibilidades para aplicaciones tales como memorias cuánticas y nano-interruptores.

jrmario@uniboyaca.edu.co

**Palabras claves:** relajación y tiempo de vida excitónica, relajación fonónica, recombinación radiativa.

## OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NANO-SÍLICE A PARTIR DE LA CASCARILLA DE ARROZ

*Daniel Fernando Hincapie Rojas - Universidad Nacional De Colombia*

*Posidía Pineda Gomez - Universidad Nacional De Colombia*

*Andrés Rosales Rivera - Universidad Nacional De Colombia*

El procesamiento del arroz genera gran cantidad de cascarilla la cual se puede convertir en un contaminante medioambiental si no recibe un adecuado manejo, por esto surge la necesidad de buscar un uso alternativo para su aprovechamiento. Sabiendo que la cascarilla de arroz es fuente natural de sílice, en este trabajo se obtuvieron partículas de nano-sílice a partir de la incineración de la cascarilla y posterior molienda. El proceso de síntesis se hizo con incineración, limpieza por lixiviación ácida y reducción del tamaño de grano por molienda mecánica de alta energía. Para la caracterización se realizó análisis térmico, químico, morfológico y estructural, por medio de las técnicas de análisis termogravimétrico, fluorescencia de rayos-X, microscopía electrónica de barrido y transmisión y difracción de rayos-X. Se estudió la degradación térmica de la cascarilla, la efectividad del proceso en la eliminación de componentes orgánicos, los cambios morfológicos causados por la molienda así como la identificación de las fases mineralógicas del material, también se determinó el tamaño de las partículas para verificar que sus dimensiones se ubican en la escala nanométrica. Los resultados indicaron que por efecto térmico, entre 150-450°C se liberó el material orgánico de la cascarilla y por encima de 550°C se obtuvo ceniza rica en sílice.

La lixiviación ácida aumentó el contenido de sílice del 93.38% al 98.48%, esto indica que se eliminaron óxidos metálicos. Se corroboró la presencia de la fase estructural de nano-sílice cuyo pico amorfo está ubicado en  $2\theta=21.928^\circ$ . La molienda mecánica de alta energía generó reducción drástica en el tamaño de partícula, hasta un diámetro 20 nm.

ppinedag@unal.edu.co

**Palabras claves:** cascarilla de arroz, nanosilice, molienda mecánica, lixiviación ácida.

NC207P

## ENCAPSULACIÓN DE INSULINA ULTRA RÁPIDA EN NANOFIBRAS ELECTROHILADAS DE PVAL-OH

*Angie Lorena Salazar Oliveros - Universidad del Quindío*

*Andres Felipe Raigosa López - Universidad del Quindío*

*José Humberto Castillo Chamorro - Universidad del Quindío*

Las nanofibras poliméricas son de gran utilización debido a sus aplicaciones médicas y bioquímicas gracias al diagnóstico de bio-separación, su inmuno-ensayo y la afinidad que tienen con el flujo sanguíneo, al ser sistemas controlados y transportadores para la administración de fármacos, también son considerados sistemas muy interesantes por su pequeño tamaño y su habilidad de absorción/liberación de cualquier compuesto. En el campo de la medicina, la aplicación de estas fibras en escala nanométrica surge a partir de la necesidad de crear nuevos métodos para la liberación de fármacos. En este trabajo se reporta el uso de la técnica de



electrohilado para la preparación de nanofibras de poli vinil alcohol hidrolizado (PVAL-OH) con el propósito de encapsular insulina ultra-rápida (Lispro Aspert Glulisina) para su posterior aplicación en el desarrollo de sistemas de liberación de fármacos. La morfología y diámetro de las fibras electrohiladas de PVAL-OH se analizaron antes y después del proceso de encapsulación de la insulina, mediante microscopia electrónica de barrido. Se encuentra que se produce un cambio en la morfología de las nanofibras durante el proceso de encapsulación. Las nanofibras presentan una morfología libre de defectos y su análisis de distribución de diámetros arroja valores que se encuentran dentro del intervalo nanométrico. Una vez que la insulina se encapsula en el interior de las nanofibras, el diámetro se incrementa.

alsalazaro@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** encapsulado, insulina, nanofibras, electrohiliado, fármacos.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## NANOPLAQUETAS DE GRAFITO OXIDADO: SÍNTESIS, PROPIEDADES Y POSIBLES APLICACIONES EN ELECTRÓNICA

*Jhon Jairo Prias Barragán - Instituto Interdisciplinario de las Ciencias (IIC), Universidad del Quindío, Colombia. Programa de Tecnología en Instrumentación Electrónica (PTIE), Universidad del Quindío.*

*Katherine Gross - Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM), Universidad del Valle, Colombia*

*Hernando Ariza Calderón - Instituto Interdisciplinario de las Ciencias (IIC), Universidad del Quindío, Colombia.*

*Pedro Prieto - Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM), Universidad del Valle, Colombia*

Presentamos la síntesis y las propiedades de nanoplaquetas de grafito oxidado obtenidas del precursor bambú-Guadua (GONP-BPA). Las muestras de GONP-BPA fueron sintetizadas por el método de doble descomposición térmica bajo atmósfera controlada de nitrógeno, para temperaturas de carbonización ( $T_c$ ) de 573 a 973 K y caracterizadas por TEM, HR-TEM, SEM, EELS, EDX, XRD, RAMAN, FTIR y eléctricamente mediante cuatro puntas colineales. Las nanoplaquetas presentaron dimensiones laterales de 5-100  $\mu\text{m}$  y espesores inferiores a 100 nm, confirmados por TEM y SEM; enlaces  $sp^2$  alrededor del 87 % y orden cristalino de rango corto-medio, determinados por EELS y la presencia de oxígeno variando desde 5 % hasta 17 %, medida por EDX. En el comportamiento vibracional, se encontró que al aumentar  $T_c$ , se incrementa la conversión a grafito, los defectos de contorno, la desorción de compuestos orgánicos y la respuesta fonónica. En la caracterización eléctrica, nanoplaquetas individuales fueron

contactadas con nano-alambres de Pt, mediante la técnica de FEBID/FIBID; encontrándose, un incremento de dos órdenes de magnitud en la conductividad eléctrica, al disminuir el oxígeno, alcanzando el valor máximo de  $2.3 \times 10^3$  S/m al 5 % de oxígeno. La dependencia de la conductividad eléctrica con la temperatura, se describió mediante el mecanismo 3D-VHR. Estos resultados sugieren una estructura gráfica rica en óxidos multifuncionales, a partir de la cual se podría obtener grafeno oxidado y respuestas vibracionales y eléctricas similares a las exhibidas por los materiales semiconductores de banda estrecha de 0.11 a 0.30 eV. Asimismo, se discute el aprovechamiento de estos comportamientos en el posible desarrollo de avanzados dispositivos y sensores electrónicos.

jjprias@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** nanoplaquetas, grafito oxidado, bambú, síntesis y propiedades.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE SISTEMAS NANOESTRUCTURADOS TIPO “CORE@SHELL” ZrO<sub>2</sub>-Ce(Ln)Ox CON APLICACIONES POTENCIALES EN CATÁLISIS

*Bernardo Nuñez-Perez - Departamento de Ciencias Naturales y Exactas  
Universidad de la costa, Barranquilla, Colombia -Departamento de Ciencia de  
los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Universidad de  
Cádiz, Puerto Real (Cádiz), España*

*Adrián Barroso-Bogeat - Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería  
Metalúrgica y Química Inorgánica, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz),  
España*

*Ginesa Blanco-Mantilla - Departamento de Ciencia de los Materiales e  
Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Universidad de Cádiz, Puerto Real  
(Cádiz), España*

*José María Pintado-Caña - Departamento de Ciencia de los Materiales e  
Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Universidad de Cádiz, Puerto Real  
(Cádiz), España*

*Juan Carlos Hernández-Garrido - Departamento de Ciencia de los Materiales e  
Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Universidad de Cádiz, Puerto Real  
(Cádiz), España*

*José Juan Calvino-Gámez - Departamento de Ciencia de los Materiales e  
Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Universidad de Cádiz, Puerto Real  
(Cádiz), España*

Síntesis y caracterización físico-química de sistemas nanoestructurados tipo “core@shell” ZrO<sub>2</sub>-Ce(Ln)Ox con aplicaciones potenciales en catálisis Bernardo Núñez-Pérez<sup>a,b,\*</sup>, Adrián Barroso-Bogeat<sup>b,c</sup>, Ginesa Blanco-Montilla<sup>b,c</sup>, José María Pintado-Caña<sup>b,c</sup>, Juan Carlos Hernández-Garrido<sup>b,c</sup>, José Juan Calvino-Gámez<sup>b,c</sup> a Departamento de ciencias naturales y Exactas, Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia b

Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz), España e Instituto de Investigación en Microscopía Electrónica y Materiales (IMEYMAT), Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz), España \*Autor principal: bernardo.nunez@uca.es Durante las últimas décadas, la ceria ( $\text{CeO}_2$ ) y los óxidos mixtos ceria-circonia ( $\text{Ce}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ ) han recibido una gran atención e interés investigador debido a sus amplias aplicaciones en el campo de la catálisis heterogénea, donde sus propiedades superficiales y redox desempeñan un papel esencial. Sin embargo, diversas razones de índole económica y geoestratégica han provocado que, en años recientes, la reducción del contenido del elemento lantánido cerio en estas formulaciones, sin pérdida de eficiencia asociada, se convierta en un problema objeto de una intensa actividad investigadora. En este contexto, la preparación de sistemas nanoestructurados tipo “core@shell” surge como una alternativa apropiada para lograr el objetivo deseado. En el presente trabajo, se propone una nueva metodología sintética para la preparación de sistemas tipo “core@shell” basados en nanopartículas esféricas porosas de circonia ( $\text{ZrO}_2$ ) recubiertas con una capa bien dispersa y de espesor nanométrico de  $\text{CeO}_2$  y de  $\text{CeO}_2$  dopada con otros elementos lantánidos (La y Pr). Esta novedosa ruta sintética consiste en dos etapas bien diferenciadas. En primer lugar, se sintetizaron las nanopartículas de  $\text{ZrO}_2$  empleadas como “core” mediante una ligera modificación del método sol-gel previamente propuesto por Widoniak y colaboradores [1], empleando tetrapropóxido de circonio como precursor y etanol absoluto como disolvente. Brevemente, 0,4 mL de una disolución acuosa del surfactante aniónico SDBS de

concentración  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  se mezclaron con 100 mL de etanol absoluto. Posteriormente, la mezcla se calentó a reflujo hasta  $60^\circ\text{C}$  bajo agitación mecánica y, una vez alcanzada, se añadieron 5,0 mL de tetrapropóxido de circonio. La mezcla resultante se envejeció a la misma temperatura durante 1 h, transcurrida la cual las nanopartículas se separaron del líquido por centrifugación, se lavaron varias veces con etanol absoluto y, por último, se secaron en estufa a  $80^\circ\text{C}$  durante 12 h. Por su parte, el recubrimiento o “shell” de  $\text{CeO}_2$  o  $\text{CeO}_2$  dopada con lantánido se depositó sobre las nanopartículas de  $\text{ZrO}_2$  sintetizadas mediante un método de precipitación química, empleando  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (donde Ln representa al lantánido dopante, La o Pr) como precursores y la base hexametilentetramina (HMT) como agente precipitante, de acuerdo con el método descrito por Zhao y colaboradores [2]. La adición de una disolución acuosa de HMT (relación molar  $\text{HMT}/\text{Ce}^{3+}$  o  $\text{HMT}/(\text{Ce}^{3+} + \text{Ln}^{3+}) = 5$ ) se efectuó lentamente (velocidad de  $20 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$ ) sobre una suspensión de las nanopartículas de  $\text{ZrO}_2$  en una disolución de  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y, en su caso de  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , en etanol comercial. El precipitado resultante, en una serie de etapas sucesivas, se separó mediante centrifugación, se lavó con etanol comercial, se secó en estufa a  $80^\circ\text{C}$  durante 12 h y, finalmente, se calcinó en horno mufla a  $800^\circ\text{C}$  durante 2 h. Tanto las nanopartículas de  $\text{ZrO}_2$  como las muestras recubiertas se caracterizaron en términos de sus propiedades físico-químicas mediante un amplio abanico de técnicas, incluyendo XRF, XRD, adsorción física de  $\text{N}_2$ , XPS, SEM, TEM y TPR-MS. Los patrones de XRD de los nanocomposites preparados exhibieron picos muy intensos y bien definidos asignables a  $\text{ZrO}_2$  con estructura tetragonal, descartándose la coexistencia de la fase

monoclínica. Asimismo, también se aprecian una serie de picos muy anchos y débiles atribuibles a  $\text{CeO}_2$  o al óxido mixto  $\text{CeLnO}_x$  con estructura cúbica tipo fluorita. Estas características son compatibles con la presencia en las muestras de cristalitas de  $\text{CeO}_2$  o  $\text{CeLnO}_x$  altamente dispersos con dimensiones de unos pocos nm. Además, se descarta la formación de cualquier fase de óxido mixto  $\text{Ce}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ . Por su parte, las isothermas de adsorción-desorción de  $\text{N}_2$  registradas para las nanopartículas de  $\text{ZrO}_2$  y los nanocomposites pertenecen al tipo IV de la clasificación de la IUPAC, por lo que se trata de sólidos esencialmente mesoporosos. Como era de esperar, el recubrimiento de las nanopartículas de  $\text{ZrO}_2$  provoca una reducción significativa tanto del área superficial como del volumen poroso total y el tamaño promedio de poro, fenómeno asociado con el bloqueo de parte de la porosidad de las nanopartículas por los cristalitas de  $\text{CeO}_2$  o  $\text{CeLnO}_x$  depositados. El análisis de las características químicas superficiales mediante XPS reveló que las relaciones atómicas  $\text{Ce } 3d/\text{Zr } 3d$ ,  $\text{Ce } 4d/\text{Zr } 3d$ ,  $(\text{Ce } 3d + \text{Ln } 3d)/\text{Zr } 3d$  y  $(\text{Ce } 4d + \text{Ln } 4d)/\text{Zr } 3d$  son todas muy superiores a las relaciones nominales  $\text{Ce}/\text{Zr}$  y  $(\text{Ce} + \text{Ln})/\text{Zr}$  determinadas mediante XRF, demostrando así el carácter esencialmente superficial de los óxidos  $\text{CeO}_2$  y  $\text{CeLnO}_x$  depositados. Por último, las imágenes obtenidas mediante SEM y TEM confirman la morfología esencialmente esférica tanto de las nanopartículas de  $\text{ZrO}_2$  como de los nanocomposites, con un diámetro promedio entre 300 y 400 nm, siendo ligeramente mayor tras el recubrimiento. Asimismo, las imágenes de alta resolución y los análisis EDX verifican la presencia de pequeños cristalitas de  $\text{CeO}_2$  y  $\text{CeLnO}_x$ , con tamaños inferiores a 10 nm e indexados como fase cúbica tipo fluorita, sobre el perímetro de las esferas más



grandes de circonia con estructura tetragonal. Referencias [1] J. Widoniak, S. Eiden-Assmann, G. Maret, Eur. J. Inorg. Chem. (2005) 3149-3155. [2] X. Zhao, R. Long, Y. Chen, et al., Microelect. Eng. 87 (2010) 1716-1720.

bnunez@cuc.edu.co

**Palabras claves:** síntesis, caracterización, fisico-química, nanoestructuras,, catalisis.

NC2530

## INTERACTION OF MOLECULES WITH GRAPHENE. A DFT STUDY.

*Angela Rojas - Universidad Nacional de Colombia*

*Rafael Rey - Universidad Nacional de Colombia*

Advances of nanoscience and nanotechnology have been a very important tool to develop new devices and applications. In this work, the main interest is to do a theoretical study of physisorption and chemisorption process in the interaction between D<sub>2</sub>O (heavy water) or HCN (cyanide) molecules and a hexagonal two-dimensional monolayer as graphene, using Density Functional Theory implemented in the SIESTA code. The molecules can be located at three places respect to graphene surface: over the center of the hexagon, a carbon atom and a C-C bond. Also, the relative spatial orientations between molecule and monolayer can be modified. The graphene are modeled as a hexagonal monolayer of 32 carbon atoms. We calculated total energy curves as function of separation between of molecules and graphene, structural



relaxation effects and changes of electronic charge density. The effect to use different exchange-correlation functionals such as the Local Density approximation (LDA), Generalized gradient approximation (GGA) and Van der Waals (VDW) approach are also analyzed. Results present a strong dependence with spatial configuration of the molecules and the parametrization of the exchange-correlation functional.

amrojascu@unal.edu.co

**Palabras claves:** graphene, dft, siesta, molecules.

NC255P

## **EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y LA CONCENTRACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO MAGNÉTICO, MORFOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DE NANOPARTICULAS DE FERRITAS DE NIQUEL-ZINC**

*Sandra Patricia Iglesias - Universidad del Valle*

*Andres Arias Duran - Universidad del Valle*

*David Velez - Universidad Tecnológica de Pereira*

*Martin Yañez - Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional*

*Rafael Ramirez - Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional*

*Abel Hurtado - Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C., Laboratorio Nacional de Nanotecnología*

*Oscar Arnache - Universidad de Antioquia*

*Maria Elena Gomez - Universidad del Valle*

*Gustavo Zambrano - Universidad del Valle*

En este trabajo se presenta el estudio de ferritas de níquel-zinc ( $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ) sintetizadas por el método de co-precipitación química para temperaturas de 45 y 80 °C y concentraciones de zinc de  $x = 0.25$  y  $0.75$ . Los análisis de las nanopartículas magnéticas mediante energía dispersiva de rayos X (EDX) indican la presencia de níquel, zinc, hierro y oxígeno y la espectrometría infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR) la formación de la estructura espinel normal, que fue confirmada mediante el análisis estructural por difracción de rayos X (XRD). El tamaño del cristalito fue calculado mediante la ecuación de Scherrer mostrando un tamaño promedio de 5 y 15 nm para las temperaturas de síntesis de 45 y 80°C respectivamente. Posteriormente, las nanopartículas magnéticas se caracterizaron mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) que arrojó un tamaño de las nanopartículas similar al tamaño del cristalito estimado por XRD. Finalmente las propiedades magnéticas se caracterizaron mediante un magnetómetro de muestra vibrante a temperatura ambiente y medidas de susceptibilidad magnética AC. Los resultados mostraron un comportamiento superparamagnético, con un campo magnético coercitivo decreciente y una magnetización de saturación que aumenta con la concentración del zinc y la disminución en la temperatura de síntesis. De otro lado, la magnetización de saturación presenta valores mayores que por ejemplo en las ferritas de cobalto zinc ( $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ), resultado este que es relevante para ser tenido en cuenta en las aplicaciones biomédicas y magneto-ópticas de las nanopartículas.

arduran.gpd@gmail.com

**Palabras claves:** ferritas níquel-zinc, coprecipitación química, superparamagnetismo.

NC310P

## **SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA UTILIZANDO BACTERIAS COMO AGENTE REDUCTOR PARA APLICACIONES EN TRATAMIENTOS DE AGUAS**

*Nestor Eduardo Sanchez Ospia - Tecnoacademia Sena Regional Caldas*  
*Cristian Alonso Rodríguez González - Tecnoacademia Sena Regional Caldas*  
*Jhohan Buitrago - Tecnoacademia Sena Regional Caldas*

Las investigaciones enfocadas en la obtención de nanopartículas han adquirido gran importancia debido a sus excelentes propiedades físicas y químicas. En especial las nanopartículas de plata (AgNPs) las cuales son de gran interés por su propiedad antimicrobiana. El presente trabajo se centra en la síntesis y caracterización de AgNPs con potencial aplicación en el tratamiento de aguas contaminadas con *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* y *Staphylococcus aureus*. Las nanopartículas fueron sintetizadas mediante el empleo de tres bacterias diferentes, las cuales pertenecen a los recursos microbianos con potencial biotecnológico de la Tecnoacademia Manizales, a saber: *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Bacillus subtilis* sp. Tam\_0013. Para la obtención de las nanopartículas, se variaron las concentraciones de la solución de nitrato de plata (1mM, 3mM, 5mM y 7mM) y el pH (5,5 y 7,0). La síntesis de nanopartículas se realizó empleando células con 24 horas de crecimiento en caldo nutritivo, los caldos fueron centrifugados a 10000 rpm para obtener un sobrenadante libre de

células del cual se adiciono 10ml a 40 ml de cada solución de nanopartículas. Las AgNPs se caracterizaron mediante Uv-Vis y FT-IR. Para evaluar el potencial en el tratamiento de aguas contaminadas con Escherichia coli, Salmonella enteritidis y Staphylococcus aureus, se realizaron cultivos en medio liquido con el fin de hacer un seguimiento a las poblaciones microbianas. Se empleó un inóculo de 20 ml de cada solución de nanopartículas el cual se adiciono a 180 ml de medio de cultivo liquido conteniendo cada bacteria, se realizó un control negativo con todas las condiciones anteriores para cada microorganismos pero sin nanopartículas , cada hora se midió la absorbancia empleando una longitud de onda de 540 nm con el fin de determinar el comportamiento de las poblaciones microbianas, todos los ensayos se realizaron por triplicado.

nesanchez51@misena.edu.co

**Palabras claves:** nanopartículas de plata, reductores naturales, tratamiento de agua.

NC3270

## CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTICULAS DE ND<sub>2</sub>FE<sub>14</sub>B CON FESI

*Camilo Echeverry - Universidad del Valle*

Con el fin de disminuir la cantidad de tierras raras en los imanes permanentes, se produjeron mezclas con nanopartículas de Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B con 5, 10, 15 y 20 % de una aleación de Fe<sub>93</sub>Si<sub>7</sub> por tratamiento térmico a 510 °C, esto, con el fin de producir imanes

de intercambio magnético, los cuales se componen de nanocompositas de fases magnéticamente duras y una blandas, y presentan altos valores de producto máximo de energía (BHmax) en comparación con los de una sola fase magnética [1]. Para lograr esto, se estudiaron las nanoparticulas de Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B que fueron producidos mediante molienda asistida por surfactante a 5, 10, 15 y 20 horas de molienda [2], a estas muestras se les hizo DRX, VSM y Espectroscopia Mössbauer, y se determinó, que a 10 horas de molienda se obtienen los polvos de Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B más duros (mayor producto BHmax), los cuales se usaron junto con los polvos de Fe<sub>93</sub>Si<sub>7</sub> con tamaños menores a 200 Mesh para producir la mezcla. [1] Hao Zeng, Jing Li, J. P. Liu, Zhong L. Wang and Shouheng Sun, Nature, 420, 395-398, (2002) [2] K. Simeonidis , C. Sarafidis , E. Papastergiadis , M. Angelakeris , I. Tsiaoussis and O. Kalogirou . Intermetallics, Volume 19, Issue 4, April 2011, Pages 589-595

camilo.echeverry@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** nd2fe14b, fesi, materiales magneticos.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE LA MORFOLOGÍA, PROPIEDADES ÓPTICAS Y ESTRUCTURALES DE UNA BICAPA DE IN/CUSE CRECIDA MEDIANTE MAGNETRÓN SPUTTERING R.F.**

*Andrés Alejandro Forero Pico - Laboratorio de Nanoestructuras Semiconductoras, Grupo Magnetismo y Materiales Avanzados, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia*

*Jorge Ivan Montes Monsalve - Laboratorio de Nanoestructuras Semiconductoras, Grupo Magnetismo y Materiales Avanzados, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia*

*Roberto Bernal Correa - Laboratorio de Nanoestructuras Semiconductoras, Grupo Magnetismo y Materiales Avanzados, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia*

*Alvaro Orlando Pulzara Mora - Laboratorio de Nanoestructuras Semiconductoras, Grupo Magnetismo y Materiales Avanzados, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia*

Con el propósito de estudiar la formación de  $\text{CuInSe}_2$  (CIS) partiendo de dos blancos, una bicapa de indio (In) y seleniuro de cobre ( $\text{CuSe}$ ) fue depositada sobre un sustrato de vidrio mediante magnetrón sputtering r.f, utilizando blancos de In y  $\text{CuSe}$  de alta pureza. Se estudió el efecto sobre la cristalinidad, la morfología de la superficie y las propiedades ópticas de la bicapa al someterla a un tratamiento térmico a una temperatura de  $500^\circ\text{C}$  a presiones de 10-6, 10-3, 10-2 torr. El análisis del efecto del tratamiento térmico a diferentes presiones se realizó mediante XRD, Raman, SEM y espectros de transmitancia. Los resultados de XRD evidencian la presencia de CIS con orientaciones (112), (220)/(204) y (312)/(116), además de fases secundarias de  $\text{CuSe}$  y  $\text{InxSey}$ . Las

medidas Raman muestran la presencia del modo vibracional A1 localizado alrededor de 174 cm<sup>-1</sup>, el cual ha sido reportado previamente para CIS, así como de modos vibracionales pertenecientes a fases de CuSe, InSe e In<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>. Adicionalmente, a partir de medidas del UV-Vis se determinó la energía del ancho de banda prohibido para cada una de las muestras obteniendo valores que van desde 1.8 hasta 2.2 eV. Imágenes SEM obtenidas de la superficie de las muestras evidenciaron un cambio en la morfología de las películas, mostrando dependencia con la presión del tratamiento térmico. Abstract.

aaforerop@unal.edu.co

**Palabras claves:** tratamiento térmico; indio; cuse; bicapa; magnetron sputtering.

NC362P

## CÁLCULO DE PROPIEDADES ELECTRÓNICAS DE NANOTUBOS DE CARBONO USANDO LA TEORÍA DEL FUNCIONAL DE LA DENSIDAD.

*Keiler Morales - Universidad Nacional de Colombia*

*Rafael Rey - Universidad Nacional de Colombia*

Comprender el comportamiento de sistemas mesoscópicos, como son los nanotubos de carbono, en términos de sus propiedades electrónicas contribuye a establecer más y mejores criterios, que pueden aportar a la evaluación de materias primas, dada la necesidad de mejorar los recursos y ser responsables en la utilización de los mismos. Desde su descubrimiento los nanotubos

de carbono de pared simple, SWCN1, han generado grandes expectativas por sus potenciales usos. De otra parte, implementaciones del formalismo de la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT2) son herramientas ampliamente usadas para el análisis teórico de sistemas de dimensiones reducidas, una de ellas es el código SIESTA3 y el cual es usado en el presente estudio. Usando pseudopotenciales que conservan la norma y funcionales de correlación e intercambio en la Aproximación de Gradiente Generalizado, GGA4, se calcula la energía de cohesión y propiedades electrónicas como la estructura de bandas, la densidad de estados y la densidad de carga electrónica para nanotubos de diferentes quiralidades. Los resultados son similares a lo establecido por la ley de Hamada para nanotubos con diámetro superior a los 0.4 nm. Estos resultados son equivalentes a los encontrados por el método de enlace fuerte o Tight Binding. En nanotubos con diámetros inferiores los resultados encontrados mediante DFT contrastan fuertemente con los de métodos empíricos donde los efectos de la hibridación de los orbitales debido a la curvatura son despreciados.

kemoraleso@unal.edu.co

**Palabras claves:** nanotubos de carbono, dft ,estructura de bandas.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## CONTROL MAGNÉTICO EN NANOPARTÍCULAS DE BIFE03

*Alexander Cardona Rodríguez - Universidad de Los Andes*

*Diego Carranza - Universidad de los Andes*

*Ilya Valmianski - Universidad de California*

*Javier Del Valle - Universidad de California*

*Ivan Schuller - Universidad de California*

*Andreas Reiber - Universidad de los Andes*

*Juan Gabriel Ramírez - Universidad de los Andes*

Los materiales multiferroicos exhiben simultáneamente propiedades eléctricas y magnéticas. El material BiFeO<sub>3</sub> (BFO) uno de los mejores ferroelectricos con una polarización de ( $\sim 90 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ ), alta temperatura de Curie (1103 K) y una alta temperatura de Néel (643 K) [1]. Además de estas propiedades presenta ferromagnetismo cuando para películas ultradelgadas[2] o nanopartículas por debajo de 65 nm[3] el cual coincide con el orden helicoidal antiferromagnético, lo cual es un tema de estudio en la actualidad. En el presente trabajo estamos interesados en sintetizar nanopartículas de BFO de diferentes tamaños por medio del proceso sol-gel[3]. Para la caracterización de las nanopartículas usamos diferentes técnicas experimentales como: microscopia Raman, XRD, SEM, AFM, VSM, para sus propiedades estructurales, morfológicas y físicas[4]. En el presente trabajo se ha evidenciado que al variar la temperatura en el proceso de síntesis se incrementa drásticamente la magnetización de las nanopartículas lo cual nos muestra un camino para controlar las propiedades magnéticas de las nanopartículas.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el Fondo de apoyo para profesores Asistentes (FAPA) a través de la facultad de ciencias y la vicerrectoria de investigaciones de la universidad de los Andes Bogotá Colciencias #120471250659. 1.M Escobar Castillo, V.V.S., D Gobeljic, Y Gao, J Landers, H Wende and D C Lupascu, Effect of particle size on ferroelectric and magnetic properties of BiFeO<sub>3</sub> nanopowders Nanotechnology, 2013. 24 (355701 ). 2.C.-Y. Kuo, et.al., Single-domain multiferroic BiFeO<sub>3</sub> films. Nature communications, 2016. 7(12712). 3. Mehedi Hasana, M.F.I., Rubayyat Mahbuba, Md. Sarowar Hossainb, M.A. Hakim, A soft chemical route to the synthesis of BiFeO<sub>3</sub> nanoparticles with enhanced magnetization. Materials Research Bulletin, 2016. 73. 4 Cardona A; et. al. En preparación.

a.cardona411@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** materiales multiferroicos, bfo, nanopartículas.

NC3930

## CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE NANOESTRUCTURAS BASADAS EN FE<sub>50</sub>CO<sub>50</sub> Y FE<sub>65</sub>CO<sub>35</sub>

*Daniel Arrieta Grandinson - Universidad Del Atlántico*  
*Gladis Mirian Aparicio Rojas - Universidad Autónoma De Occidente*  
*Zulia Caamaño De Avila - Uniatlantico*

Las aleaciones magnéticas nanoestructuradas a base de FeCo se destacan entre las aleaciones magnéticas convencionales a base de Fe por presentar óptimas propiedades magnéticas blandas

requeridas en una variedad de aplicaciones tecnológicas, industriales y biomédicas. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la caracterización térmica por calorimetría diferencial de barrido (DSC) y Termogravimetría Magnética (TGM) de aleaciones magnéticas nanoestructuradas a base de Fe<sub>50</sub>Co<sub>50</sub> y Fe<sub>65</sub>Co<sub>35</sub> preparadas por el método de Aleado Mecánico de elevada energía. Por medio de estas técnicas, se evidenciaron los eventos térmicos que tienen lugar desde temperatura ambiente hasta 900°C para la técnica TGA y desde -70°C hasta 500 °C en la técnica DSC para muestras molidas a diferentes tiempos, tales como las temperaturas de transición magnética y de orden – desorden, características de este tipo de aleaciones y del proceso de molienda. Se estudió, además, el efecto de diferentes atmósferas inertes como el helio (He), el nitrógeno (N) y el argón (Ar) sobre la muestra, encontrándose la temperatura de Curie para el Fe puro, la cual está comprendida entre el rango de 750°C a 779°C, el ordenamiento de espines, entre -32,89°C a 1,19°C, y la relajación de tensiones mecánicas, entre 100°C a 500°C. Para las composiciones Fe<sub>50</sub>Co<sub>50</sub> a 10, 15, 20 y 25 horas de molienda, y Fe<sub>65</sub>Co<sub>35</sub> a 0 horas, se halló la temperatura de Curie en el rango de temperatura de 525°C a 586°C, el ordenamiento de espines en el rango de -40,06°C a -9,28°C, y la relajación de tensiones entre 100°C a 500°C.

darrieta\_1@hotmail.com

**Palabras claves:** aleaciones, nanoestructuras, caracterización, dsc, tga, tgm, temperatura de curie, relajación, tensiones.

## SÍNTESIS VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE $\text{TiO}_2$ MEDIANTE CÁSCARAS DE MANDARINA (*CITRUS RETICULATA*)

*Diego R. Cadavid - Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira*  
*Valentina Arias Velasco - Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira*  
*Doris Cadavid - Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá*  
*Ana C. Agudelo Henao - Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira*

El estudio de la nanociencia en los materiales conduce a un nuevo campo del conocimiento, en el cual los materiales que pueden llevarse a escala nanométrica cambian sus características físicas y químicas, y se comportan de diferente manera al interactuar con el ambiente, lo que le confiere a los nanomateriales gran interés de estudio. El Dióxido de Titanio ( $\text{TiO}_2$ ) es un material de importancia en aplicaciones tecnológicas, debido a sus características de estructura cristalina (anatasa, rutilo y brookita), de reactividad, óptica y eléctrica. Dadas sus diversas características y potenciales aplicaciones, se conocen diferentes métodos para llevar el  $\text{TiO}_2$  a escala nanométrica, sin embargo, estos procedimientos demandan el uso de reactivos peligrosos y alto consumo energético. En este trabajo se presenta un método de síntesis verde de nanopartículas de Dióxido de Titanio ( $\text{TiO}_2$  NPs), éste método, amigable con el ambiente, permite obtener  $\text{TiO}_2$  a escala nanométrica y así mismo potenciar las posibles aplicaciones del material. La síntesis verde de las  $\text{TiO}_2$  NPs fue biomedida por cáscaras de mandarina, gracias a la reducción de un alcóxido de Titanio mediante un extracto de cáscaras de mandarina, una parte del tejido vegetal considerada como residuo del fruto. Análisis de

Microscopia Electrónica de Transmisión muestra nanopartículas de 10-30 nm de diámetro de morfología irregular. Difracción de Rayos X evidencia que las TiO<sub>2</sub> NPs poseen la fase cristalográfica anatasa. Por lo tanto, la síntesis propuesta demuestra que se pueden obtener TiO<sub>2</sub> NPs con una metodología rápida, económica y que además contribuye al aprovechamiento de residuos.

diaruedaca@unal.edu.co

**Palabras claves:** nanopartículas, dióxido de titanio (tio<sub>2</sub>), síntesis verde, aprovechamiento de residuos, cáscaras de mandarina, microscopía electrónica de transmisión (met).

NC4130

## **BOTTOM-UP CHALCOGENIDE NANOCOMPOSITES WITH ENHANCED THERMOELECTRIC PERFORMANCE**

*Doris Cadavid - Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia,  
Sede Bogotá*

*Liu Yu - Catalonia Institute for Energy Research – IREC*

*Silvia Ortega - Catalonia Institute for Energy Research – IREC*

*María Ibañez - Institute of Inorganic Chemistry, Department of Chemistry and  
Applied Biosciences, ETH Zürich*

*Andreu Cabot - Catalonia Institute for Energy Research – IREC*

During the last decade the field of thermoelectrics has experienced many breakthroughs, mainly due to the advances in design and engineering of nanostructured materials. The most explored strategies to produce bulk thermoelectric nanomaterials are grinding and precipitation of secondary phases in metastable solid

solutions. These approaches lack of precise control over the distribution of phases at the nanoscale and suffer from limited compositional versatility. Another alternative for nanostructuring is the use of colloidal nanocrystals (NCs) that are assembled and consolidated into bulk specimens. Colloidal NCs can be tuned in size, shape, crystal phase, and composition and offer an exceptional platform for the precise and cost-effective engineering of bulk thermoelectric nanomaterials. In this work, we present the bottom-up production of nanocomposites based on semiconductor chalcogenide NCs and metallic nanoparticles. We show that with the appropriate assembly methodology nanocomposites with enhanced thermoelectric properties can be produced. This novel approach allows reducing the thermal conductivity with a minimum effect on the electrical properties of the material, enhancing the thermoelectric figure of merit (ZT). We report values of ZT higher than 1, which are promising results even comparable with current state of the art materials employed for commercial thermoelectric devices.

dycadavidr@unal.edu.co

**Palabras claves:** thermoelectrics, colloidal synthesis, bottom-up approach, thermoelectric figure of merit, chalcogenides.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOTUBOS DE TiO<sub>2</sub>

*Valentina Arias Velasco - Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*

*Diego R. Cadavid - Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*

*Doris Cadavid - Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá*

*Ana C. Agudelo Henao - Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*

La producción de materiales nanoestructurados ha demostrado ser un área de gran impacto a nivel tecnológico en los últimos años. En este sentido, la síntesis de nanotubos de TiO<sub>2</sub> ha cobrado gran interés por sus aplicaciones en el campo de la electrónica, óptica, fotocatalisis, sensores, tecnologías de almacenamiento de energía y biomedicina. La importancia principal del TiO<sub>2</sub> radica en que es un material ambientalmente amigable y biocompatible. En el presente trabajo se sintetizaron nanotubos de dióxido de Titanio mediante un proceso hidrotermal de una etapa consistente en tratar TiO<sub>2</sub> en una solución acuosa de NaOH. Se analizaron los efectos que tienen sobre la morfología y la composición de las nanoestructuras la modificación de las condiciones de síntesis, por ejemplo la temperatura de reacción y duración del tratamiento térmico. Adicionalmente, se estudió la estabilidad térmica del material obtenido mediante calcinaciones/recocidos a 300°C y 400°C. La caracterización estructural y microestructural se realizó por difracción de rayos-X (DRX) y microscopía electrónica de transmisión (MET). Observamos que la morfología de las nanoestructuras obtenidas varía con la temperatura del tratamiento hidrotermal. Los nanotubos son asimétricos, mayoritariamente de doble y triple pared. El diámetro interno de los mismos presenta

variaciones importantes, con un valor promedio de aproximadamente 27 nm. Finalmente, se discute el posible mecanismo de formación de estas nanoestructuras y sus aplicaciones en procesos de fotocatalisis heterogénea en degradación de tintes industriales.

variasv@unal.edu.co

**Palabras claves:** nanotubos, dióxido de titanio, síntesis hidrotermal, fotocatalisis heterogénea.

NC4160

## ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DE TRANSPORTE DE N-P HETEROJUNTURAS DEL SISTEMA ZN-DOPADO CO(MN)O/YMNO<sub>3</sub>.

*Margoth Lorena Torres Guzmán - Univesidad del Valle*

*Rajkumar Patra - Technische Universität Chemnitz 09126 Chemnitz*

*Oliver G Schmidt - Material Systems for Nanoelectronics, Technische Universität Chemnitz, 09126 Chemnitz*

*Heidemarie Schmidh - Material Systems for Nanoelectronics, Technische Universität Chemnitz, 09126 Chemnitz*

*Maria Elena Gómez de Prieto - Universidad del Valle*

En la teoría de semiconductores es indiscutible no referirse a los materiales tradicionales como el Silicio, Germanio y Arseniuro de Galio, los cuales a la fecha han sido bien estudiados y son base fundamental del actual desarrollo en electrónica. Más allá las investigaciones actuales centran sus esfuerzos en la búsqueda de nuevos materiales que reemplacen a los semiconductores tradicionales. Es por esta razón que nuevos materiales como los



óxidos son investigados por sus aplicaciones en el campo de la electrónica. En el presente trabajo se expone un método de caracterización eléctrica a partir de curvas de capacitancia en función del voltaje (C-V) y corriente en función del voltaje (I-V) para N-p heterojunturas del sistema Au/N-ZnO/p-YMnO<sub>3</sub>/Pt/SiO<sub>2</sub>/Si. La capa tipo n fue dopada con cobalto y manganeso en porcentajes atómicos de 0.0, 0.1 y 5.0 crecidas por PLD a 1500 pulsos. Se calculó la concentración de donores (Nd), el voltaje en construcción (Vd) (Build-in voltaje), espesores de las capas donora (Wd) y aceptora (Wa), los modos de conducción, como la dependencia de la temperatura en curvas C-V e I-V. Finalmente los cálculos teóricos y mediciones experimentales permiten mostrar un ajuste al modelo de tunelamiento por multipasos teoría desarrollada en el modelo de Riben<sup>1</sup>. Este trabajo fue financiado por Colciencias mediante beca doctoral programa Doctorados Nacionales (Número 6172). Los autores agradecen de igual manera al Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) por su apoyo en la realización de este trabajo y a Ilona Skorupa (del Institute of Ion Beam Physics and Materials Research, Helmholtz-Zentrum) por la preparación de las muestras. 1..R. Riben and D.L. Feucht. nGe-pGaAs Heterojunctions. Solid State Electronics. Pergamon Press 1966. Vol 9, 1055-1065.

margoth.torres@correounivalle.edu.cp

**Palabras claves:** heterojunturas n-p, semiconductores, propiedades de transporte.

## PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ALMIDÓN DE PAPA

*Wilson D. Caicedo Chacón - Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*

*Oscar D. Guerra Ceballos - Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*

*Germán Ayala Valencia - Department of Food Engineering, Faculty of Animal Science and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, SP, Brazil*

*Ana C. Agudelo Henao - Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*

El almidón es un biopolímero que se encuentra disponible en tubérculos, raíces, frutas y semillas, que emplean el polisacárido como sustento energético. El almidón se encuentra en forma de gránulos, de diferentes formas y tamaños, que oscilan entre 5 y 100 micrómetros. Recientemente, algunas investigaciones han intentado producir nanopartículas de almidón (NPs de almidón), esto es, con tamaños menores que 100 nanómetros. La importancia de desarrollar NPs de almidón se debe a que estos materiales presentan propiedades físico-químicas diferentes a los almidones a microescala. Entre las principales aplicaciones de NPs de almidón se encuentran la aplicación en alimentos como modificador de la viscosidad y textura, en películas poliméricas como agente reforzador y en farmacia como agente estabilizante/liberador de bioactivos y fármacos. Sin embargo, son pocos los estudios encontrados en la literatura acerca de la producción y caracterización de NPs de almidón. El objetivo de este trabajo fue producir y caracterizar NPs de almidón a partir de almidón de papa parda (*Solanum tuberosum*), mediante el método de nanoprecipitación. Las NPs de almidón fueron analizadas utilizando Microscopía Electrónica de Transmisión (MET),

Difracción de Rayos X (DRX) y Espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier (EITF). Las imágenes obtenidas por MET permiten confirmar la presencia NPs de almidón esféricas, de superficie lisa, cuyo tamaño osciló entre los 50 y los 150 nm, y agregados de partículas de tamaños entre los 500 y los 800 nm. Otros resultados obtenidos a través de DRX y EITF permitieron caracterizar la estructura cristalina, así como los principales grupos funcionales de las NPs de almidón.

wdcaicedoc@unal.edu.co

**Palabras claves:** biopolímeros, nanotecnología, agroindustria.

NC4240

## PREPARACIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS DE MOS<sub>2</sub> EXFOLIADO EN FASE LÍQUIDA

*Martha Ines Ortiz Torres - Universidad de Los Andes*

*Sergio Ivan Rey Puentes - Universidad de Los Andes*

*Diana Carolina Lozano Molina - Universidad de Los Andes*

*Mikel Fernando Hurtado Morales - Universidad Central*

*Yenny Rocío Hernández Pico - Universidad de Los Andes*

Los materiales 2D son de vital importancia en diversas áreas de la nanotecnología en tanto que sus propiedades mecánicas, eléctricas y ópticas se hacen significativas. Dentro de estos materiales, los dicalcogenuros de metales de transición (TMDs) han resurgido como potenciales materiales para aplicaciones en la nueva generación de la electrónica y la optoelectrónica. Estos materiales cuentan con un *band-gap* de energía del orden de los electronvoltios a diferencia del grafeno, como consecuencia a que en su estructura

atómica se intercalan capas semi-metálicas y aislantes. El disulfuro de molibdeno ( $\text{MoS}_2$ ) es uno de los grandes exponentes de los TMDs, y como material bidimensional puede ser exfoliado en fase líquida, particularmente en solventes orgánicos como el N-metilpirrolidona (NMP). Si bien este solvente se ha empleado exitosamente en la exfoliación de diversos semiconductores, el alto punto de ebullición ( $300^\circ\text{C}$ ) evita que éste sea completamente retirado de las láminas exfoliadas para su consecuente aplicación. En este sentido, se hace necesario un proceso de cambio de solventes con isopropanol. En el presente trabajo se mostrará la exfoliación y caracterización de  $\text{MoS}_2$  en NMP y su subsecuente redispersión en isopropanol. Se encontró que las dispersiones son estables en isopropanol a  $0.2\text{mg/mL}$ . Se depositaron películas delgadas en sustratos de vidrio y silicio mediante spin coating en donde se verificó el tamaño de lámina ( $\sim 5\mu\text{m}$ ) y la calidad de la exfoliación mediante espectroscopia UV-vis. Adicionalmente las películas son caracterizadas con las técnicas de SEM, AFM y espectroscopia Raman.

mi.ortiz2754@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** materiales bidimensionales,  $\text{mos}_2$ , exfoliación en fase líquida, nmp, cambio de solventes, isopropanol.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## NOTABLE FIGURA DE MÉRITO TERMOELÉCTRICA EN DISPOSITIVOS DE CAPAS BASADOS EN GRAFENO

*Daniel Olaya - Universidad de los Andes*

*Mikel Hurtado-Morales - Universidad Central*

*Daniel Gómez - Universidad de los Andes*

*Octavio Alejandro Castañeda-Urbe - Universidad Manuela Beltrán*

*Zhen-Yu Juang - National Chiao Tung University*

*Yenny Hernández - Universidad de los Andes*

Los materiales nanoestructurados han surgido como una alternativa para mejorar la figura de mérito (ZT) de dispositivos termoeléctricos (TE). El grafeno exhibe una conductividad eléctrica alta (en el plano) lo cual es necesario para un alto ZT; sin embargo, este efecto es contrarrestado por su alta conductividad térmica. En este trabajo se prepararon dispositivos TE compuestos de capas de grafeno exfoliado electroquímicamente (EEG) y un material bloqueador de fonones como poli (3,4-etilenodioxitiofeno) poliestireno sulfonato (PEDOT:PSS), polianilina (PANI) y nanopartículas de oro (AuNPs) en su interface. La figura de mérito, ZT, de cada dispositivo fue medida en la dirección fuera del plano usando el método transitorio de Harman (THM) y complementada con medidas basadas en AFM. Los resultados muestran una figura de mérito notable ( $0.81 < ZT < 2.45$ ) que se relaciona directamente con la topografía, el potencial de superficie, el gradiente de capacitancia y la resistencia de los dispositivos a la nanoescala.

de.olaya1318@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** termoeléctricos, dispositivos en capas, grafeno.

NC4330

## PRODUCCIÓN DE NANOEMULSIONES DE PECTINA Y OMEGA

*Oscar D. Guerra Ceballos - Universidad Nacional de Colombia sede Palmira  
Wilson D. Caicedo Chacón - Universidad Nacional de Colombia sede Palmira  
Germán Ayala Valencia - Department of Food Engineering, Faculty of Animal  
Science and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, SP,  
Brazil.*

*Ana C. Agudelo Henao - Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*

Los aceites omegas son ácidos grasos poliinsaturados de gran importancia en la alimentación y salud humana. Numerosos estudios comprueban sus beneficios en la prevención y el tratamiento de problemas cardíacos y circulatorios, deficiencia inmunológica, trastornos cognitivos y afecciones inflamatoria, entre otros. La estructura de las moléculas de omega la hacen altamente propensa a la oxidación, lo cual causa la pérdida de sus efectos benéficos para la salud además de darle mal sabor y olor. El proceso de nanoencapsulación de ácidos grasos poliinsaturados es una solución para evitar la degradación oxidativa de múltiples compuestos y fármacos importantes. El objetivo de este trabajo fue encapsular omega en nanopartículas de pectina por un método sencillo de homogenización mecánica utilizando un Ultraturrax IKA T18 hasta 24.000 rpm durante 15 minutos. La nanoemulsión obtenida se liofilizó a -50°C durante 24 h. La morfología y tamaño de las nanopartículas se analizaron por Microscopía Electrónica de Transmisión (MET). Actualmente se está realizando análisis por

Difracción de Rayos X (DRX) y Calorimetría Diferencial de Barrido (CDB) para obtener información acerca de la estructura y la estabilidad térmica de las nanoemulsiones. Las imágenes obtenidas por MET muestran que las nanopartículas de pectina se conforman de partículas principalmente esféricas con diversos tamaños, desde el orden de las micras hasta el orden de los nanómetros. Estos sistemas podrían ser aplicados industrialmente para el desarrollo de productos alimenticios enriquecidos con omega.

odguerrac@unal.edu.co

**Palabras claves:** encapsulación, nanopartículas, industria de alimentos.

NC4390

## MEJORAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN PELÍCULAS TRANSPARENTES HECHAS CON NANOHILOS METÁLICOS.

*Andrés Mauricio Bernal Forigua - Universidad Nacional de Colombia*  
*Ángel Miguel Ardila Vargas - Universidad Nacional de Colombia*

Fabricamos películas delgadas de nanohilos metálicos por el método de Spin Coating para usarlas como Electrodo Transparentes (ET) que son ampliamente usados en dispositivos optoelectrónicos. Las características eléctricas de las películas fueron medidas con la prueba de cuatro puntas obteniendo resistencias de hojas menores a  $50 \Omega/\text{sq}$ , las ópticas con el parámetro de transmitancia UV-VIS cuyo promedio bordearon los

80% en los 550nm y las morfológicas y estructurales con el SEM. Los resultados nos permiten augurar a estas películas nanoestructuradas como candidatas promisorias para reemplazar el costoso y escaso ITO con el que se construye actualmente los ET. A pesar de los resultados, inconvenientes como la alta resistencia de contacto entre los nanohilos sigue siendo un escollo a solucionar. Para tal fin, hemos usado distintos métodos para mejora las propiedades eléctricas entre contactos, que a su vez nos permita obtener películas más homogéneas sin afectar la transmitancia de las mismas, estos han sido, soldadura de nanohilos por tratamiento térmico y, aplicación de presiones sobre la superficie de las películas, obteniendo bajas resistencias de hasta  $4.32 \pm 1.45 \Omega/\text{sq}$  con el primer método y  $12.94 \pm 2.45 \Omega/\text{sq}$  con el segundo. Los resultados finales muestran una mejoría en la conductividad de las películas de nanohilos metálicos tras someterlas a procesos de soldadura.

ambernalf@unal.edu.co

**Palabras claves:** películas delgadas, nanohilos de plata, electrodos transparentes, mejoramiento conductividad.

FISICA Y REALISMO MAGICO





**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES,  
MORFOLÓGICAS Y ELÉCTRICAS DE PELÍCULAS  
DELGADAS DE CeO<sub>2</sub> DOPADAS CON Nd  
DEPOSITADAS POR PULVERIZACIÓN CATÓDICA  
ASISTIDA POR RADIOFRECUENCIA Y MAGNETRÓN**

*Luisa Fernanda Suarez Hernandez - Universidad del Valle*

*John Edward Ordoñez - Universidad del Valle*

*Wilson Lopera - Universidad del Valle*

*Maria Elena Gomez - Universidad del Valle*

La operación a altas temperaturas (HTO ~ 800°C) de celdas de combustible de óxido sólido (SOFC's) ha sido uno de los principales limitantes en la implementación de estos dispositivos en una variedad de aplicaciones prácticas que van desde electrónica portátil a grandes generadores. Además, la HTO implica tiempos de inicio más largos y requiere el uso de componentes más costosos. Para abordar esto, el desarrollo de SOFC basados en electrolitos que pueden operar a temperaturas más bajas, como los electrolitos basados en óxido de cerio, es de interés significativo. Además que menores temperaturas operativas también implican menores costes operativos [1-4]. Se depositaron películas de Nd<sub>0.1</sub>Ce<sub>0.9</sub>O<sub>2</sub>- (NDC) sobre sustratos de Pt/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>/Si sustratos, mediante la técnica de pulverización catódica asistida por radiofrecuencia (RF) con una temperatura de sustrato de 550 °C, en una atmósfera de oxígeno puro. Las películas obtenidas presentaron espesores de 49 a 327 nm y se realizaron estudios estructurales, morfológicos y eléctricos. Las medidas de difracción de rayos X por incidencia rasante revelaron que las películas de

NDC presentaron naturaleza policristalina con una estructura tipo fluorita cúbica, sin presencia de otras fases. Se utilizó microscopía electrónica de transmisión de alta resolución (HRTEM) para estudiar la orientación cristalográfica de las películas; análisis de espectroscopia de dispersión de energía (EDS) para evaluar la estequiometría de las películas; microscopía de fuerza atómica (AFM) para estudiar la microestructura de la superficie y la rugosidad de las películas. Las propiedades eléctricas de las películas se analizaron utilizando mediciones de conductividad iónica a bajas temperaturas ( $<150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) para los diferentes espesores.

luisasuarez3741@gmail.com

**Palabras claves:** celdas de combustible de óxido sólido, películas delgadas, conductividad iónica.

NC472P

## ESPECTRO ENERGÉTICO DE UN EXCITÓN CONFINADO EN UN NANOCONO. EFECTO AHARONOV-BOHM

*Maury Lizeth Herrera Torrez - Grupo Teoría de la Materia Condensada,  
Universidad del Magdalena, Santa*

*José Sierra Ortega - Grupo Teoría de la Materia Condensada, Universidad del  
Magdalena, Santa*

Se realiza un estudio teórico de las propiedades espectrales de un par electrón-hueco confinado en un nanocono de InP embebido en una matriz de GaAs. Se considera que el hueco se localiza fuera del nanocono, dentro de un anillo estrecho que actúa como un antipunto, y debido a la atracción Coulombiana permanece ligado

al electrón, el cual se encuentra dentro del nanocono. Suponiendo que la masa efectiva del hueco es mucho mayor que la del electrón, resolvemos la correspondiente ecuación de Schrödinger de dos partículas usando la aproximación adiabática. La solución obtenida permite analizar la alteración de la distribución de probabilidad espacial del electrón y del hueco, el período de las oscilaciones Aharonov-Bohm de los niveles de energía y el momento magnético como funciones del campo magnético externo, aplicadas a lo largo del eje de simetría. Se observa que el confinamiento diamagnético proporcionado por el campo magnético, obliga al hueco a subir a lo largo del borde del cono, induciendo así la polarización eléctrica de la estructura. Los resultados revelan la posibilidad de la polarización eléctrica inducida por el campo magnético externo en una estructura de nanocono semiconductor de tipo II relacionada con el efecto cuántico del confinamiento

maliheta1010@gmail.com

**Palabras claves:** exciton, propiedades espectrales, nanoconos.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **POLARIZABILIDAD ELÉCTRICA Y MAGNÉTICA DE NANOCONOS DE CDS/ZNSE CON UN EXCITÓN CONFINADO**

*Angelica Margarita Mercado Mercado - Grupo Teoría de la Materia  
Condensada, Universidad del Magdalena, Santa Marta*

*José Sierra Ortega - Grupo Teoría de la Materia Condensada, Universidad del  
Magdalena, Santa Marta*

Se presenta un análisis teórico de la posible formación de un momento dipolar permanente bajo la acción de campos eléctricos y magnéticos aplicados a lo largo del eje de simetría de un nanocono tipo II de CdS/ZnSe con un par electrón-hueco atrapado. En esta estructura el hueco pesado está confinado dentro del nanocono de CdS mientras que el nanocono representa un anti punto para el electrón. El electrón ligado al hueco, se mantiene en una región estrecha en el borde del nanocono. Para analizar la distribución de carga dentro y fuera del nanocono, se resuelve la correspondiente ecuación de Schrödinger separando las coordenadas del electrón y el hueco en la aproximación adiabática. Presentamos resultados para la densidad de distribución espacial del electrón y el hueco, el momento dipolar magnético y electro como función de los campos eléctricos y magnéticos. Se muestra que el incremento del campo magnético aplicado a lo largo del eje del cono, siempre aumente el momento dipolar eléctrico, proporcionando un confinamiento diamagnético que fuerza al electrón a subir a lo largo del borde del cono, mientras que el campo eléctrico podría causar un incremento o reducción del momento dipolar eléctrico.

**Palabras claves:** nanotubos, magnetoexciton, momento dipolar.

NC510P

## COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE NANOFLUIDOS DE $\text{TiO}_2$ , MEDIDA CON LA TÉCNICA DE ALAMBRE CALIENTE, EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA

*Fernando Gordillo Delgado - Universidad del Quindío*  
*Diego Fernando Valencia Grisales - Universidad del Quindío*  
*Juan Camilo Cardona Rincón - Universidad del Quindío*

Se fabricaron nanopartículas (NPs) de dióxido de titanio con diferentes tamaños empleando la técnica hidrotermal. El polvo resultante se caracterizó utilizando difracción de rayos X, espectroscopia IR y UV-Vis. Estas NPs se suspendieron en agua destilada para obtener nanofluidos (NFs) y se midió la conductividad térmica (CT) de esta suspensión utilizando la técnica de alambre caliente (HW, por las siglas en inglés de Hot Wire). El comportamiento de este parámetro con el tamaño de grano se comparó con un modelo teórico previamente propuesto. La técnica de síntesis usada es amigable con el medio ambiente y tiene una gran ventaja en cuanto al bajo costo y sencillez en el manejo de los parámetros de crecimiento. Por otro lado, la técnica HW, consistente y robusta, es una herramienta que permite estudiar la CT de coloides de manera muy barata, rápida y exacta, ya que con su uso no es necesario determinar condiciones de estado estable y se elimina la ocurrencia de problemas de convección natural sobre

el flujo de calor que se pueden tener con el uso de otros métodos; de esta forma, la precisión que se alcanzó en las mediciones garantiza la posibilidad de hacer comparaciones entre la CT de NFs de diferente tamaño de grano. Para explicar el aumento de este parámetro termofísico con la disminución del tamaño de las NPs de TiO<sub>2</sub> suspendidas en el fluido base, se consideró un modelo teórico que asume de manera separada estos dos constituyentes del NF, así como la interacción que existe entre ellos en la capa interfacial.

fgordillo@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** nanofluidos, tio<sub>2</sub>, conductividad termica, alambre caliente.

NC5380

## PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTICULAS DE ND<sub>2</sub>FE<sub>14</sub>B Y FE<sub>10</sub>AL<sub>90</sub> PRODUCIDAS POR ALEAMIENTO MECÁNICO

*Alvaro javier gomez rodriguez - maestria en ciencias fisica*

En este trabajo utilizamos la técnica del aleamiento mecánico (AM) asistido por surfactante para preparar aleaciones nanoparticuladas de los sistemas Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B y Fe<sub>90</sub>Al<sub>10</sub>. Las aleaciones inicialmente se prepararon por fusión en horno a arco y de ellas se obtuvo polvos con lima diamantada. Los polvos obtenidos se alearon mecánicamente utilizando una relación masa de bolas/masa polvo de 10/1 con tiempo de molienda de 48 horas reduciendo el tamaño de las partículas al orden micrométrico.

Posteriormente las muestras así obtenidas se molieron con ácido oleico como surfactante con tiempo de molienda de 2 horas para obtener tamaños medios de partícula de orden nanométrico. Las muestras se caracterizaron por microscopia electrónica de barrido de alta resolución obteniendo tamaños medios de partícula de 80nm en ambos sistemas.

alvaro.javier012@hotmail.com

**Palabras claves:** aleamiento mecanico con surfactante.

NC574P

## DETECCIÓN FOTÓNICA DE BAJO NIVEL CON SENSORES CCD TERMO-REFRIGERADOS

*Kimberly Cano Fajardo - Universidad Militar Nueva Granada, Departamento de Física, Bogotá.*

*Beynor Antonio Páez Sierra - Universidad Militar Nueva Granada, Departamento de Física, Bogotá.*

Las aplicaciones que involucran el conteo de fotones han beneficiado decisivamente el avance de diversas áreas. En especial se incluyen la astronomía, metalurgia, protección ambiental, diagnósticos médicos e imagenología, y sorprendentemente con un gran impacto en investigaciones biomédicas que implican mediciones de fluorescencia. En la presente investigación como sensor de fotones se trabajó con el dispositivo de carga acoplada (CCD) TCD1304 AP de Toshiba. El sensor es una cámara con un arreglo lineal de fotodiodos. Contrario a otros sensores, la CCD tiene la ventaja de poder resolver espacialmente la intensidad fotónica. Para ver el efecto de la temperatura sobre el grado de

detección de la CCD, se desarrolló un sistema de refrigeración de ciclo cerrado. La unidad de enfriamiento consta básicamente de un fluido que circula por un serpentín de cobre el cual se pone en contacto con la CCD. Posteriormente el serpentín es acoplado mecánicamente con un elemento Peltier para disipar el calor absorbido de la CCD y retornar nuevamente al detector. El enfriamiento se llevó a cabo con etilenglicol a distintas concentraciones. Las pruebas de sensibilidad del sensor se realizaron con varias fuentes láser previamente calibradas i.e. 405 nm, 532 nm, 632 nm. Los resultados muestran que al incrementar el flujo del refrigerante disminuyen el ruido térmico frente a las mediciones a temperatura ambiente. Se estableció que al tener zonas cubiertas del sensor afecta dramáticamente el pixelbinning. Agradecimientos: Este trabajo es apoyado por: Vicerrectoría de Investigaciones UMNG en el marco del proyecto PIC-CIAS2487 “Implementación de sistema termorefrigerador para un sensor nano-fotónico”. Laboratorio NanoFab, Departamento de Física. Semillero NacTec, Director: Prof. Beynor A. Páez-Sierra, Dr.rer.nat.

u1802506@unimilitar.edu.co

**Palabras claves:** pixelbinning, nanofotónica, efecto termoeléctrico, celda peltier, termorefrigeración, ccd.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## **SISTEMA ÓPTICO PARA LA MEDICIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL DE SOLUCIONES PRECURSORAS DE NANOFIBRAS**

*Juan Luis Jesus Pérez Ospina - Universidad Militar Nueva Granada*

*Adriana Gutiérrez - Universidad Militar Nueva Granada*

*Beynor A. Paez-Sierra - Universidad Militar Nueva Granada*

Las nanofibras son una variedad específica de los nanomateriales, los cuales cada vez ganan más importancia debido a su amplia gama de aplicaciones que se extienden desde la rama militar, electrónica, suelos, hasta la medicina, entre otros. Las nanofibras son una opción óptima para el desarrollo de diferentes tipos de tecnología gracias a su bajo costo de producción y sus propiedades físicas tales como su porosidad, gran área superficial, flexibilidad y portabilidad. Uno de los procesos para obtener nanofibras es la técnica de electrohilado, en esta hay un gran número de variables a tener en cuenta para obtener resultados satisfactorios, algunas de estas variables recaen en las propiedades de la solución a procesar, como su viscosidad y su tensión superficial. En el presente trabajo se presenta un sistema óptico de medición de la tensión superficial de una solución polimérica precursora de nanofibras usando la técnica Sessile drop de manera sistematizada a través del procesamiento digital de imágenes; mediante este sistema se estudió la tensión superficial de soluciones poliméricas precursoras de nanofibras como función de la concentración del solvente orgánico.

u1802649@unimilitar.edu.co

**Palabras claves:** vision de maquina, sistematización, electrohilado.

NC581P

## **ANÁLISIS ESPECTRAL DE FOTO-IMPEDANCIA PARA NANOMATERIALES BIOCOMPATIBLES**

*Angie Paola Terán Ortega - Universidad Militar Nueva Granada*

*Beynor Antonio Páez Sierra - Universidad Militar Nueva Granada*

La producción y caracterización de nanomateriales biocompatibles generan la oportunidad de recrear entornos equivalentes a los sistemas fisiológicos naturales, con la posibilidad de inducir regeneración de tejido. En el presente trabajo los nanomateriales desarrollados fueron nanofibras de carbono, las cuales se realizaron por medio de la técnica de electrohilado. La fabricación de las muestras se llevó a cabo a partir de soluciones de Nylon 6,6 en ácido fórmico con una concentración del 10% y fueron depositadas sobre láminas de aluminio. Las nanofibras presentan diámetro promedio de 70 nm y distribución homogénea de aproximadamente 3.0 cm<sup>2</sup>. Las soluciones fueron analizadas por la técnica de espectroscopia de foto-impedancias (EFI) utilizando una celda cilíndrica tipo condensador en acero inoxidable y con acople a fibra óptica para excitar la solución. Las nanofibras se caracterizaron por fotoluminiscencia esteresocopia utilizando una fuente de 405 nm. La EFI consiste en la estimulación de la solución precursora mediante una fuente láser y una señal eléctrica. La fuente óptica utilizada fue en el rango visible, mientras que la frecuencia de voltaje tiene un rango de 10Hz hasta los 20kHz, con

una amplitud del orden de los milivoltios; en respuesta aparece una corriente AC. El análisis espectral de foto-impedancias para las soluciones de nanofibras biocompatibles presentó un comportamiento proporcional entre la señal de impedancia capacitiva y la concentración de la solución precursora, esto se explica desde un modelo dieléctrico, donde al aumentar la concentración del Nylon en la solución hay un incremento en la constante dieléctrica. Finalmente, para la prueba de biocompatibilidad se realizaron cultivos celulares sobre el nanomaterial obtenido.

u1802668@unimilitar.edu.co

**Palabras claves:** nanofibras, electrohilado, fotoimpedancia, fotoluminiscencia, biocompatibilidad.

NC603P

## **EFFECTOS DEL ACOPLAMIENTO SISTEMA-BAÑO Y LA TEMPERATURA EN EL TRANSPORTE ELECTRÓNICO EN UN COMPLEJO MOLECULAR DONADOR-ACEPTOR INTERACTUANDO CON UN BAÑO TÉRMICO.**

*Duvalier Madrid - Universidad del Valle*

*John Henry Reina Estupiñan - Universidad del Valle*

*Carlos Andres Melo Luna - Universidad del Valle*

Actualmente, los principios fundamentales responsables de la eficiencia cuántica en la conversión de energía solar a energía química permanecen desconocidos. Bajo condiciones naturales, la formación de estados estables de separación de carga en sistemas

moleculares se ve fuertemente afectada por el acoplamiento de los grados de libertad electrónicos en una amplia gama de estados vibracionales. Esto motiva a explorar los efectos del acoplamiento del ambiente sobre estos sistemas, para conocer la forma en que esta interacción contribuye al proceso de transferencia de carga y energía en los sistemas moleculares. En este escenario las correlaciones cuánticas causadas en esta interacción juegan un papel importante en la descripción de esta dinámica. En este trabajo se aplican las ecuaciones jerárquicas de movimiento (HEOM), para estudiar la evolución de la matriz densidad de complejos moleculares, estos últimos se consideran como un sistema cuántico abierto. Además, a través de este método se trata la interacción entre el sistema y el baño de forma no perturbativa, así como los tiempos de correlaciones de ruido no-Markovianos. Los resultados muestran los efectos del acoplamiento sistema-baño sobre las poblaciones del sistema, así como el proceso de decoherencia o pérdida de coherencia en el sistemas molecular, se observa que el tiempo de relajación del sistema presenta en una mejor escala para el caso de acoplamiento débil, este tiempo nos da información útil para saber cuando medir efectos cuánticos experimentalmente en los sistemas moleculares, por ultimo observamos que la dinámica coherente del sistema se pierde a medida que la temperatura del entorno aumenta, esto servirá para medir de que forma estos parámetros influyen en el proceso de transferencia de electrones en un sistema molecular de la forma electro-donador-electro aceptor (D-A).

duvalier.madrid@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** coherencia cuántica, estructura electrónica, estados de transición, estructura molecular, poblaciones, heom.

NC613P

## LIMPIEZA NANOMETRICA DE SUPERFICIES NANOESTRUCTURADAS MEDIANTE PLASMA

*Ana María Leal Alonso - Universidad Militar Nueva Granada*  
*Beynor Antonio Paez sierra - Universidad Militar Nueva Granada*

La ingeniería de superficies es indispensable para mejorar el grado de limpieza y remoción de trazas orgánicas. Las aplicaciones con plasma benefician las áreas de la medicina para el tratamiento de heridas, crecimiento celular, producción de dispositivos semiconductores entre otros. En este trabajo se implementó a escala de laboratorio una cámara de plasma. El sistema consta de una cámara con dos electrodos metálicos de distancia variable y conectados a una fuente de alto voltaje en el rango de los 40 kV. El tratamiento superficial se realizó con sustratos nanofibrados producidos en el laboratorio. La muestra se introduce entre los electrodos y la cámara se cierra herméticamente. Seguidamente se conecta a una bomba de vacío hasta lograr la presión adecuada. Luego se aplica el alto voltaje para generar el plasma y así iniciar el tratamiento superficial. Se consideraron muestras similares para identificar la duración del plasma frente a propiedades de hidrofobicidad de la superficie. Para lograr reproducibilidad del plasma, se midió durante el proceso el espectro de emisión por medio de un espectrómetro acoplado con fibra óptica. El tratamiento con plasma de los sustratos nanofibrados mostró una

relación directa con el tiempo de exposición de la superficie. Adicionalmente se encontró que a mayor tiempo de exposición al plasma las muestras disminuyen la rugosidad y presentan una intensidad luminiscente mayor.

analeal9710@gmail.com

**Palabras claves:** plasma, nanofibras, superficies, nanomateriales.

NC615P

## ANÁLISIS FOTÓNICO DE VISCOSIDAD DE SOLUCIONES PRECURSORAS DE NANOFIBRAS

*Cristian Rojas - Universidad Militar Nueva Granada*  
*Adriana Gutiérrez - Universidad Militar Nueva Granada*  
*Beynor Paez-Sierra - Universidad Militar Nueva Granada*

Las nanofibras recientemente han recibido gran interés debido a su gran aplicabilidad en muchos campos como por ejemplo el militar, el textil, el industrial, entre otros. Con el fin de encontrar los mejores rendimientos de las nanofibras es necesario el análisis de los factores que influyen durante el proceso de fabricación, entre los cuales las propiedades físicas juegan un papel importante, entre estas propiedades encontramos la tensión superficial y la viscosidad. Aunque existen varias técnicas para medir la viscosidad de forma efectiva, uno de los métodos más sencillos a la hora de realizar esta tarea consiste en colocar una gota de la sustancia bajo estudio sobre una superficie e inclinarla hasta antes del momento en que la gota se deslice, capturar la imagen y analizarla. En este trabajo se presenta un dispositivo que permitió

determinar la viscosidad de soluciones poliméricas precursoras de nanofibras como función de la concentración del solvente orgánico bajo diferentes condiciones de temperatura.

adriana.gutierrezr@unimilitar.edu.co

**Palabras claves:** viscosidad, nanofibras, soluciones polimericas.

NC620P

## IMPLEMENTATION OF A LOW COST COMPUTING GAZE TRACKING FOR DISABLED PEOPLE

*Fabio Vega Nieto - Universidad Popular del Cesar  
Milson Ruiz - Grupo de Investigación del SENA COMM INVECOM  
Cesar Torres - Laboratorio de Óptica e Informática*

In recent years, researchers have been used image processing techniques to analyse the human behaviour. Gaze tracking is one of the most important techniques among them. Gaze is the direction in which a person looks. Gaze tracking means to detect and follow that direction. Furthermore, this technique can measure the interest and attention of the user. Gaze tracking technique usually involves with image processing, image recognition, classification and other techniques. Gaze tracking technique can be used in a variety of applications. For instance, in human computer interaction, as a computer mouse based on eye-movement, or as a usability or advertising study of a web page. Furthermore, it can be also used to support handicapped people in using computers. Existing systems that detect and track gaze often use some illumination on the eye (e.g. infrared light), stereo cameras and/or some advanced

system adapted and positioned on the eyes. This leads to cumbersome setups. Therefore it would be meaningful to develop a software gaze tracking system using only a common tablet with a built-in camera, e.g. an iPad tablet device. This would lead to truly non-intrusive gaze tracking and a more accessible and user-friendly system. The principal contribution of this works is the development of a low-cost computing gaze tracker for handicapped peoples. Finally, we present an algorithm in MATLAB software with low computing requirement for easy implementation in the Android application. The project is already implemented and we will introduce new improvements.

fabiovega@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** video processing, gaze tracking.

NC630P

## **SÍNTESIS DE HIDROXIAPATITA POR COMBUSTIÓN DE CACO3 OBTENIDA A PARTIR DE CÁSCARA DE HUEVO**

*Nini Valentina Naranjo Castaño - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Carlos Vargas Hernández - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

La hidroxiapatita (HAp) con fórmula  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$  es un material similar al tejido óseo, es biocompatible y por lo tanto se utiliza en la medicina para la creación de prótesis, también como el componente principal de pegamento para los huesos, entre otras. El propósito de este estudio es la síntesis de HAp para comparar las



propiedades de esta muestra (como una estructura de cristalinidad: amorfo) con HAp comercial. El énfasis del proyecto es acerca de la reducción de los costos de producción debido a la facilidad y el bajo costo de la obtención de la materia prima que es comúnmente descartada como residuos. La cáscara de huevo tiene una composición de 94% de carbonato de calcio, 1% de fosfato de calcio, 1% de carbonato de magnesio y 4% de material biológico. La muestra de HAp se caracterizó por espectroscopia Raman, espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) y difracción de rayos X (XRD). En el espectro Raman se obtuvieron los picos característicos de la Hap, alrededor de los 960  $\text{cm}^{-1}$  o 970  $\text{cm}^{-1}$  para el grupo fosfato y 3626  $\text{cm}^{-1}$  para el grupo OH, ambos presentes en el compuesto. A partir de estas caracterizaciones era posible la comparación de la misma con la HAp comercial, que se midió mediante los mismos métodos. A continuación, las muestras obtenidas satisfacen la mayoría de las características esperadas cuando se compara con muestras comerciales. Por último, es posible utilizar la muestra obtenida para aplicaciones posteriores y con fines médicos.

[nvnaranjoca@unal.edu.co](mailto:nvnaranjoca@unal.edu.co)

**Palabras claves:** hidroxiapatita, cáscara de huevo, biomateriales.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## SÍNTESIS DE NANO PARTÍCULAS DE PLATA A TRAVÉS DE REDUCCIÓN QUÍMICA.

*Juan Sebastián Peláez Garzón - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Carlos Vargas Hernández - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

Este trabajo propone una nueva ruta para la síntesis de nano partículas de plata las cuales tienen infinidad de aplicaciones, la finalidad de este trabajo es obtener un resultado aplicable a la medicina mediante aplicaciones como antibióticos. Para la síntesis se prepararon 5 muestras, a las cuales se les variaron los tiempos de agitación y el agente estabilizante. El surfactante y el precursor metálico se mantuvieron iguales para poder comparar los resultados de las variaciones de esos parámetros. A los coloides obtenidos se les realizó un proceso de lavado utilizando etanol y agua, además de una centrifugadora. Posteriormente tuvieron una primera caracterización mediante espectroscopia de absorción, de donde se encontró la respuesta óptica del coloide frente a diferentes longitudes de onda. De los espectros obtenidos se analizó la resonancia de plasmon localizado, la cual está relacionada con el tamaño de partícula y su distribución, y mediante esta se pudieron estimar valores aproximados. El futuro de este trabajo consiste en estudiar la interacción de estas partículas con otros elementos para así definir sus posibles aplicaciones.

[jspelaezg@unal.edu.co](mailto:jspelaezg@unal.edu.co)

**Palabras claves:** síntesis, plasmón, nanopartículas.

NC633P

## **SINTESIS MASIVA DE NANOALAMBRES DE ZNO POR METODOS FISICOS: ASISTIDO POR MICROONDAS**

*Favio Nicolás Rosero Rodríguez - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Carlos Vargas Hernández - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

El proceso de irradiación con microondas resulta ser atractivo debido a su accesibilidad y a la gran cantidad de ventajas que presenta frente a otros métodos; además si se hace un correcto control y fijación de parámetros, puede ser un método bastante eficiente, ideal para sintetizar materiales nanoestructurados con propiedades llamativas en el sector industrial y la tecnología. Este trabajo muestra la síntesis de nanoalambres por irradiación con microondas a partir de Óxido de zinc y el diseño de un método que sea repetible bajo ciertas condiciones. La síntesis fue posible gracias a la revisión bibliográfica hecha previamente. De esta forma se combinó el Óxido de Zinc y un suceptor; utilizado para facilitar el proceso de combustión, obteniendo una mezcla homogénea, la cual se expuso a irradiación repetidas veces, de tal forma que se logró tener manejo del tiempo de exposición a microondas. Las muestras obtenidas luego de la síntesis fueron caracterizadas por diferentes técnicas, tales como Raman, microscopía electrónica de barrido (SEM), difracción de rayos X (XRD); en las cuales se pudo observar la presencia de nanoalambres de óxido de zinc con un diámetro entre los 26 y 100 nanómetros, con un tipo de orden inherente a las condiciones

iniciales de síntesis. De este modo se concluye que la variación de algunos parámetros modifica la morfología y organización de los nanoalambres, lo cual conlleva a la transformación de propiedades que pueden ser útiles para diferentes aplicaciones en el campo de la investigación de materiales.

fnroseror@unal.edu.co

**Palabras claves:** raman, sem, nanoalambres.

OF19P

## **SISTEMAS DE CIFRADO Y DESCIFRADO DE IMÁGENES USANDO LA TRANSFORMADA GYRATOR Y MÁSCARAS DE FASE ALEATORIAS GENERADAS MEDIANTE CAOS**

*Juan Manuel Vilardy Ortiz - Universidad de La Guajira*

*Carlos Jimenez - Universidad de La Guajira*

*Ronal Perez - Universidad de La Guajira*

*Samuel Zambrano - Universidad de La Guajira*

La transformada Gyrator, máscaras caóticas de fase (Chaotic Phase Masks, CPMs) y una permutación aleatoria generada por caos son empleadas para diseñar un sistema cifrador-descifrador de imágenes. El sistema cifrador-descifrador se basa en la codificación por doble máscara de fase aleatoria (Double Random Phase Encoding, DRPE) en el dominio de Gyrator, esta técnica emplea dos máscaras de fase aleatoria (Random Phase Masks, RPMs) para codificar la imagen original en un ruido aleatorio. Las RPMs son generadas usando caos, estas máscaras son CPMs. La generación de las CPMs son controladas por los parámetros de la

función caótica empleada, la alta sensibilidad de estos parámetros para la generación de distintas CPMs garantiza la aleatoriedad de los códigos empleados en dichas CPMs. Con el fin de conseguir una mayor aleatoriedad en la imagen cifrada se aplica una permutación aleatoria generada por caos a la imagen resultante de la técnica DRPE. El sistema de descifrado se constituye mediante el proceso inverso del sistema de cifrado. Para recuperar la imagen original de forma exitosa (sin errores o libre de ruido) en la salida del sistema descifrador es necesario disponer de todas las claves correctas, las cuales son: los ángulos de rotación de las transformadas Gyrator, los parámetros de las funciones caóticas empleados para generar las dos CPMs y la permutación aleatoria. Debido a la alta sensibilidad de los parámetros que controlan la generación de las CPMs y a la inclusión de nuevas llaves representadas por los ángulos de rotación de las transformadas Gyrator, el espacio de claves del sistema de seguridad propuesto en este resumen es lo suficientemente grande para obtener un alto grado de seguridad sobre la imagen cifrada en comparación con otros sistemas de cifrado-descifrado basados en la DRPE y la transformada Gyrator. Los sistemas de cifrado y descifrado propuestos son adecuados y pueden ser implementados usando montajes optoelectrónicos experimentales que se componen de lentes, moduladores espaciales de luz y cámaras CCD. La validez del sistema cifrador y descifrador de imagen es comprobado y analizado mediante simulaciones computacionales.

[jmvilardy@uniguajira.edu.co](mailto:jmvilardy@uniguajira.edu.co)

**Palabras claves:** sistemas de cifrado y descifrado de imágenes, cifrado por doble máscara de fase aleatoria, transformada de

gyrator, máscaras de fase aleatoria, permutación aleatoria.

OF20P

## **ARQUITECTURAS NO LINEALES BASADAS EN EL CORRELADOR DE TRANSFORMADAS CONJUNTAS PARA EL CIFRADO, DESCIFRADO Y AUTENTICACIÓN DE IMÁGENES**

*Juan Manuel Vilarly Ortiz - Universidad de La Guajira*

*María Millán - Universitat Politècnica de Catalunya*

*Elisabet Pérez - Universitat Politècnica de Catalunya*

El presente trabajo se centra en la descripción de varias arquitecturas del correlador de transformadas conjuntas (Joint Transform Correlator, JTC), las cuáles son empleadas para diseñar e implementar sistemas no lineales de cifrado, descifrado y autenticación de imágenes. Estas arquitecturas JTC no lineales son desarrolladas en diferentes dominios de procesamiento, tales como los dominios de: Fourier, Fourier fraccionario, Fresnel y Gyrator. Algunos de los dominios de procesamiento mencionados pueden adicionar nuevas llaves de seguridad, con el fin de mejorar la seguridad de los sistemas de cifrado, descifrado y autenticación de imágenes. En este trabajo se presentan y revisan modificaciones no lineales recientes de los sistemas cifrador, descifrador y autenticador basados en la arquitectura JTC, que permiten significativamente incrementar la calidad de la imagen recuperada en la salida del sistema descifrador y de igual forma, también se logra obtener un alto nivel de seguridad en contra de una variedad de ataques. Los ataques considerados son los más representativos de la criptografía, tales como los ataques de fuerza bruta y de texto

plano escogido y/o conocido. Los diferentes dominios de procesamiento mencionados y las no linealidades incluidas para calcular la imagen cifrada y la autenticación de imágenes, permiten que los sistemas cifradores y autenticadores basados en arquitecturas JTC no lineales presenten: una mejor resistencia a los ataques de seguridad previamente mencionados, una mayor robustez ante la inclusión de ruido sobre la imagen cifrada y a la recuperación de información de la imagen descifrada, y finalmente, una mejor calidad de imagen con respecto a la imagen descifrada, en comparación con otras implementaciones de sistemas cifradores y autenticadores basados en la arquitectura JTC.

[jmvilardy@uniguajira.edu.co](mailto:jmvilardy@uniguajira.edu.co)

**Palabras claves:** correlador de transformadas conjuntas, sistemas no lineales de cifrado, descifrado y autenticación de imágenes, transformada de fourier, transformada de fourier fraccionaria, transformada de fresnel, transformada gyrator.

OF260

## **SISTEMAS NO LINEAL CIFRADOR DE IMAGEN BASADO EN LA TRANSFORMADA DE FOURIER FRACCIONARIA Y OPERACIONES DE TRUNCAMIENTO**

*Juan Manuel Vilardy Ortiz - Universidad Popular del Cesar*

*Cesar Torres - Universidad Popular del Cesar*

*Ronal Perez - Universidad de La Guajira*

En el presente artículo, los operadores de Fourier fraccionario, las máscaras aleatorias de fase (random phase masks, RPMs) y las operaciones no lineales de truncamiento de módulo y fase, se emplean para cifrar y descifrar imágenes. Los operadores de Fourier fraccionarios usados en el sistema cifrador-descifrador de imagen son: la transformada de Fourier fraccionaria (Fractional Fourier Transform, FrFT), la traslación fraccionaria, la convolución fraccionaria y la correlación fraccionaria. El sistema de cifrado propuesto emplea operaciones no lineales, tales como la codificación en fase y las operaciones de truncamiento, con el fin de incrementar la seguridad sobre la imagen cifrada. Dichas operaciones no lineales permiten que el esquema de descifrado sea mucho más difícil de revertir y el secreto de la imagen original a cifrar se encuentra mucho más protegido en la imagen cifrada al emplear los operadores de Fourier fraccionario y las operaciones de truncamiento. El uso de las operaciones fraccionarias de convolución y correlación en el sistema de seguridad propuesto hace que los sistemas de cifrado y descifrado sean variantes al desplazamiento con respecto a los diferentes planos donde se evalúan dichas operaciones fraccionarias, esta propiedad de varianza al desplazamiento permite que el sistema de seguridad sea más sensible a los órdenes fraccionarios empleados, introduciendo mejoras de seguridad sobre la imagen cifrada. El sistema de cifrado posee las siguientes llaves de seguridad: dos órdenes fraccionarios asociados a las FrFTs, dos RPMs y dos imágenes de códigos pseudoaleatorios. Todas estas llaves de seguridad conlleva a un aumento del espacio de claves o llaves, logrando incrementar la seguridad del método de seguridad propuesto. Cuando todas estas llaves de seguridad son correctas en el proceso de descifrado, la



imagen descifrada que se obtiene es una réplica de la imagen a cifrar.

vilardy.juan@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** cifrado y descifrado de imágenes, transformada de fourier fraccionaria, operadores de fourier fraccionario, operadores de truncamiento.

OF27P

## IMPLEMENTACIÓN OPTOELECTRÓNICA DE UN SISTEMA DE CIFRADO DE IMÁGENES

*Juan Manuel Vilardy Ortiz - Universidad Popular del Cesar*

*María Millán - Universitat Politecnica de Catalunya*

*Elisabet Pérez - Universitat Politecnica de Catalunya*

Se presenta un sistema cifrador de imágenes experimental mediante la implementación optoelectrónica de un correlador de transformadas conjuntas (Joint Transform Correlator, JTC). El plano de entrada del JTC, codificado totalmente en fase, es implementado mediante el uso de un modulador espacial de luz (Spatial Light Modulator, SLM) que opera sólo modulando la fase. El plano de entrada del sistema cifrador basado en un JTC, se implementa de manera diferente a la arquitectura JTC tradicional, ya que las dos imágenes presentes en este plano se encuentran muy próximas sin ningún espacio entre ellas, lo cual permite un mejor aprovechamiento del uso del área del SLM. En el plano de salida del sistema cifrador se emplea una cámara CCD para captar los diferentes espectros de potencias que usa el método de cifrado no

lineal. Con el fin de cifrar o codificar la imagen original o primaria en un ruido aleatorio, la implementación optoelectrónica propuesta en este trabajo para el sistema cifrador usa dos máscaras de fase aleatorias (Random Phase Masks, RPMs), las cuales son reproducidas por el SLM sólo de fase que se encuentra en el plano de entrada del JTC. La imagen cifrada de valor real, ya que sólo depende de los espectros de potencias captados por una cámara CCD, es obtenida mediante operaciones no lineales realizadas sobre los espectros captados en el plano de salida del sistema cifrador. Estas no linealidades hacen que el sistema de cifrado presente una mejor calidad de imagen con respecto a la imagen descifrada y al mismo tiempo se incrementa la seguridad de la imagen cifrada, en comparación con otras implementaciones de sistemas cifradores basados en la arquitectura JTC. La implementación optoelectrónica del sistema cifrador y la inclusión de no linealidades en el cómputo de la imagen cifrada hace que el sistema de seguridad sea robusto y más resistente frente ataques de seguridad de fuerza bruta y ataques de texto plano escogido y/o conocido. El sistema descifrador se implementa mediante simulaciones computacionales. Finalmente, se presentan resultados experimentales y digitales que analizan y verifican el desempeño de los sistemas cifrador y descifrador propuestos en este trabajo.

[vilardy.juan@unicesar.edu.co](mailto:vilardy.juan@unicesar.edu.co)

**Palabras claves:** optoelectrónica, cifrado y descifrado de imagen, correlador de transformadas conjuntas, máscaras de fase aleatorias.

## DEPENDENCIA ESPECTRAL DE LA MODULACIÓN MAGNÉTICA DE PLASMONES SUPERFICIALES EN SISTEMAS MULTICAPA AU|CO|AU

*César Aurelio Herreño-Fierro - Grupo de Instrumentación Científica & Didáctica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.*

*Alfonso Cebollada - Instituto de Microelectrónica de Madrid*

*Gaspar Armelles - Instituto de Microelectrónica de Madrid*

La magnetoplasmonica comprende el intervínculo entre las propiedades magneto-ópticas (MO) y plasmónicas de estructuras híbridas de metales nobles y ferromagnéticos. En este tipo de estructuras tienen lugar dos efectos interconectados; por una parte las resonancias plasmónicas afectan significativamente las propiedades MO de la estructura, y por otra parte las propiedades plasmónicas dependen del estado de magnetización de la estructura. En el primer caso, el efecto consiste en el mejoramiento de la respuesta magnetoóptica (MO) por cuenta de la excitación de resonancias plasmónicas superficiales [1–14], mientras que del segundo efecto se deriva la posibilidad de controlar las propiedades plasmónicas de la estructura manipulando la magnetización de la misma por medio de un campo magnético externo. Esta posibilidad ha recibido la atención de varias investigaciones que pretenden modular señales plasmónicas con mecanismos magnéticos [4, 15–21], lo cual ha dado origen a lo que se conoce como magnetoplasmonica activa [16]. El desarrollo de la plasmónica activa conlleva la necesidad de desarrollar dispositivos plasmónicos activos en los que las propiedades plasmónicas puedan ser controladas con agentes externos. Para

ello, han surgido diferentes propuestas con agentes de control termo-ópticos, electro-ópticos, puramente ópticos y magnetoópticos. Estas iniciativas buscan altas velocidades de modulación (THz), así como el mayor grado reversibilidad y fidelidad en el control de las señales plasmónicas. Trabajos anteriores han investigado sobre la modulación magnética de SPP en tricapas de metales nobles y ferromagnéticos (Au|Co|Au y Ag|Co|Ag) como función del metal noble (Au, Ag) usado en la estructura, así como del espesor de la capa magnética (Co) [3,4]. El resultado principal de estos estudios es que el valor de modulación incrementa monótonamente con el espesor y que es independiente del tipo de metal noble. En este trabajo se presenta un estudio de la dependencia espectral de la modulación del vector de onda de los SPP en una multicapa continua tipo Au|Co|Au. Para esto se caracteriza la dependencia angular de la reflectividad y de la señal MO en la geometría magnética transversal (efecto MO Kerr transversal – TMOKE) de la estructura para diferentes longitudes de onda, y luego se implementa el método de análisis introducido por Ferreiro-Vila y sus colaboradores [4], que consiste en comparar la derivada angular de la reflectividad normalizada con la señal MO. El análisis permite prescribir los límites de validez del método, así como concluir sobre las condiciones óptimas de la modulación en relación con la frecuencia de excitación de los modos plasmónicos.

caherrenof@udistrital.edu.co

**Palabras claves:** magnetoplasmónica; plasmónica activa; plasmones superficiales polaritónicos.

## PRESSURE, TEMPERATURE AND THICKNESS DEPENDENCE OF TRANSMITTANCE IN A 1D SUPERCONDUCTOR-SEMICONDUCTOR PHOTONIC CRYSTAL

*Alan Yuseth Herrera Flor - Universidad del Valle  
Nelson Porras Montenegro - Universidad del Valle*

In this work using the transfer matrix method we study the transmittance of 1D photonic crystals (PCs) made of alternated layers of a semiconductor (GaAs) and a high- $T_C$  superconductor ( $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$ ) under the effects of temperature, applied hydrostatic pressure and thickness of the layers. The frequency-dependent dispersion formula according to the two-fluid model and Ginzburg-Landau theory were adopted to describe the optical response of the superconducting system. We found that increasing the superconductor (semiconductor) layer thickness results in a shift to higher (lower) values of the transmittance cutoff frequency. Additionally, this cutoff frequency is shifted to lower values with the temperature increase. Furthermore, we found that the position and width of the band gaps varies with the applied pressure. The most notorious variation is presented in the third gap, whose bandwidth becomes practically null at the maximum pressure. We further calculated the photonic band structure of the system based on the transcendental equation derived from the transfer matrix method and Bloch theorem. We realized that the band structures are strongly consistent with the transmittance spectra. We hope this

work may be taken into consideration for the development of new perspectives in the design of new optical devices.

alan.herrera@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** superconductor, transmittance, photonic crystals.

OF63P

## LOCALIZACIÓN DE ANDERSON EN REDES ÓPTICAS UNIDIMENSIONALES: CONTROL DINÁMICO Y EFECTOS DE INTERACCIÓN ENTRE PARTÍCULAS

*Jhoan Sebastian Ortiz Girón - Universidad del Valle*

*Carlos Alberto Parra Murillo - Universidad del Valle*

Se revisan trabajos anteriores sobre la posibilidad de controlar la longitud de localización de una partícula en una red desordenada, y afectada por un campo externo dependiente del tiempo. Este resultado se extiende para el caso de dos partículas, enfatizando en el rol de la coherencia y la interacción. En este sentido se encuentra que en el régimen de interacción fuerte, la localización de las dos partículas se pueden caracterizar por una longitud de localización que depende del factor de acoplamiento efectivo del estado ligado conocido como doblón, que a su vez depende de los parámetros del campo externo. En la región de interacción débil, la longitud de localización de dos partículas parece tener una dependencia algebraica con la longitud de localización de una partícula, de forma muy similar a como sucede en ausencia de campo externo;

sin embargo, es necesario un análisis más exhaustivo para encontrar un exponente preciso.

jh.sebas04@gmail.com

**Palabras claves:** localización de anderson, longitud de localización, tunelamiento foto-asistido.

OF76P

## PLASMONES SUPERFICIALES EN SISTEMAS MULTICAPAS DE ORO-DIÓXIDO DE SILICIO

*Leidy Paola Quiroga Sanchez - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*  
*Cesar Aurelio Herreño Fierro - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*  
*Edgar Javier Patiño Zapata - Universidad de los Andes*

Los plasmones superficiales son oscilaciones colectivas de los electrones libres de un metal fuertemente confinadas a la superficie y acopladas a una onda electromagnética propagante y evanescente [1-3]. La excitación de este tipo de modos en estructuras metálicas continuas es posible mediante configuraciones ópticas que permiten el acoplamiento de una onda evanescente incidente con los plasmones superficiales. En este proceso, la radiación incidente se acopla con los plasmones dando lugar a lo que se conoce como plasmón polaritón [3]. Las propiedades extraordinarias de estas excitaciones se deben fundamentalmente a su fuerte confinamiento superficial y al acoplamiento con la radiación incidente. Dichas propiedades han motivado aplicaciones en el campo de los detectores bioquímicos [4-7] y el desarrollo de una nueva tecnología denominada plasmónica [8-9]. Los desarrollos en estos



campos requieren de la caracterización de estas resonancias en estructuras elaboradas (multicapas y sistemas nanoestructurados), en donde se ha podido demostrar el control de la respuesta óptica efectiva de las estructuras como resultado de la manipulación de las propiedades de los plasmones superficiales [10-12], las cuales, a su vez, pueden ser controladas modificando los parámetros de estructura y composición de estos sistemas elaborados[13-15]. En este trabajo se presenta, un estudio experimental de la dependencia angular de la reflectancia de sistemas multicapa de oro y dióxido de silicio en condiciones de reflexión interna total (configuración Kretschmann). Esta configuración permite la excitación de diferentes modos plasmónicos en estas estructuras. Los resultados permiten caracterizar la evolución, calidad y acoplamiento de las resonancias plasmónicas en función de los parámetros estructurales como espesores y número de capas. Referencias [1] S. A. Maier, Plasmonics: fundamentals and applications. Springer Science & Business Media, (2007). [2] R. Schasfoort, A. Tudo, Handbook of Surface Plasmon Resonance. [3] R. P. Ritchie, Physical Review, 106(5):874, (1957). [4] B. Dahlin Andreas, J. Wittenberg Nathan, F. Höök, and S.-H. Oh, Nanophotonics, 2, 83 (2013). [5] G. Gupta and J. Kondoh, Sensors and Actuators B: Chemical, 122, 381-388 (2007) [6] H. N. Daghestani and B. W. Day, Sensors 10, 9630-9646, (2010). [7] A. Vasilescu, S. Gáspár, M. Gheorghiu, S. David, V. Dinca, S. Peteu, Q. Wang, M. Li, R. Boukherroub and S. Szunerits, Biosensors and Bioelectronics 89, 525–531, (2017). [8] R. Zia, J. A. Schuller, A. Chandran, M. L. Brongersma, Materials today 9, 20–27 (2006). [9] H. A. Atwater, Scientific American, 296: 56–62, (2007). [10] C.A. Herreño-Fierro, E. Patiño, Physica Status Solidi (b), 252 316–322 (2015). [11] G. Xu, M. Tazawa, P.



Jin, S. Nakao, and K. Yoshimura, Applied Physics Letters. 82, 3811 (2003) [12] F. Gan, Y. Wang, C. Sun, G. Zhang, H. Li, J. Chen, Q. Gong, Advanced Optical Materials 5, 1600545 (2017). [13] N. Venugopal and A. Mitra, Applied Surface Science 285 (b), 357-372 (2013). [14] L. Jin, Y. Haima, Z. Guohui and L. Haishan, Optik - International Journal for Light and Electron Optics [15] N. Rotenberg, M. Betz, and H. M. Driel, Physical review letters, 105(1):017402, (2010).

lpquirogas@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** plasmones superficiales; óptica de sistemas multicapas.

OF840

## **ANÁLISIS TEÓRICO DE LA SENSIBILIDAD DE UN MICRORESONADOR EN FORMA CAPILAR PARA LA MEDIDA DE LA HUMEDAD RELATIVA.**

*Fredy Antonio Amador Donado - Universidad Popular Del Cesar*

*Duber Alexander Ávila Padilla - Universidad Popular Del Cesar*

*César Orlando Torres Moreno - Universidad Popular Del Cesar*

En este trabajo es reportado el estudio teórico de la sensibilidad de un sensor óptico basado en un microresonador óptico en forma capilar para la medida de la humedad relativa. La sensibilidad del dispositivo para la medida de la humedad relativa es determinada a partir de la solución de la ecuación de Helmholtz considerando al microresonador como una estructura de tres capas con índices de refracción diferentes. Durante el análisis, el campo confinado en la

microcavidad es estudiado a partir de la propagación de los modos WGMs al interior de la estructura con estados de polarización independientes y se determinaron las ecuaciones de valores propios con las longitudes de onda de resonancia que puede soportar la cavidad. En esta investigación los cambios en las longitudes de onda de resonancia son estudiados en función de los cambios en la humedad relativa en la cavidad y sus parámetros geométricos. Durante el análisis del problema fue posible determinar la sensibilidad teórica de estas estructuras a los cambios de humedad relativa y se compararon los resultados con algunos trabajos experimentales desarrollados. RIAO-OPTILAS Topic Code: Optical devices, Optical design and fabrication References [1] Chung-Yen Chao, Wayne Fung, and L. Jay Guo, IEEE Journal of selected topics in Quantum Electronics, Vol 12, N° 1 (2006). [2] Matthew R. Foreman, Jon D. Swaim, and Frank Vollmer, Adv. Opt. Photon. 7, 168-240 (2015). [3] Vollmer F., Braun D., Libchaber A., Khoshsima M., Teraoka I. y S. Arnold, Appl. Phys. Lett. 80, 4057-4059 (2002). [4] I.M.White, H. Oveys, X.D. Fan. Opt. Lett. 31, 1319-1321 (2006). [5] D. A. Avila Padilla, "Polymeric Capillary Optical Resonator Sensors," in Latin America Optics and Photonics Conference, OSA Technical Digest (online) (Optical Society of America, 2014), paper LM4A.49. [6] Marcelo A. Gouveia, P. Duber Avila, Thiago H. R. Marques, M. Cesar Torres, and Cristiano M. B. Cordeiro, Opt. Express 23, 10643-10652 (2015) [7] Wei Zhang and David J. Webb, Opt. Lett. 39, 3026-3029 (2014) [8] D A Avila Padilla, C O Torres Moreno y Cristiano M B Cordeiro. J. Phys.: Conf. Ser. 792 012050 (2017) [9] D A Avila, S D Horta y C O Torres. J. Phys.: Conf. Ser. 792 012059 (2017)

**Palabras claves:** modos wgm's, microrresonador capilar. sensor de humedad relativa.

OF860

## **TOMOGRAFÍA CUÁNTICA DE QUBITS ESPACIALES DE LUZ CON MEDICIONES EN UN ÚNICO PLANO.**

*Edwin Camilo Chaparro Sogamoso - Universidad Nacional de Colombia*

*Daniela Angulo Murcillo - Universidad Nacional de Colombia*

*Karen Milena Fonseca Romero - Universidad Nacional de Colombia*

La determinación de la matriz de densidad de un conjunto de sistemas cuánticos igualmente preparados a partir de la realización de una serie de mediciones, conocida como tomografía cuántica, es mínima cuando el número de resultados es mínimo. La tomografía cuántica mínima más precisa de qubits, a veces llamada medición del tetraedro, corresponde a proyecciones sobre cuatro estados que pueden ser representados en la esfera de Bloch como los vértices de un tetraedro regular. Investigamos si es posible implementar el tetraedro de medición en qubits de luz generados en una doble rendija, utilizando para ello mediciones realizadas en un solo plano. Asumiendo que las rendijas son modeladas como funciones gaussianas y la propagación de los qubits libre, demostramos que una elección juiciosa del plano de detección y la geometría de doble rendija permite la implementación de una medición tipo tetraedro. Finalmente consideramos los posibles conjuntos de valores que podrían utilizarse en experimentos reales.

edcchapparoso@unal.edu.co

**Palabras claves:** tomografía cuántica óptica, qubits espaciales, interferencia.

OF97P

## CARACTERIZACIÓN DE CERVEZAS MEDIANTE ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCENCIA

*Jessica Gil - Universidad del Valle*  
*Efraín Solarte - Universidad del Valle*

Existen compuestos sintéticos y naturales que exhiben fluorescencia cuando se iluminan con luz de una longitud de onda determinada. Así, la espectroscopia fluorescente se ofrece como un método con muchas aplicaciones en química analítica, el estudio de tejidos biológicos, células, estructuras subcelulares, inmunología, minerales, análisis de calidad de alimentos y bebidas debido a la presencia de fluoróforos en forma de diversas clases de vitaminas y aminoácidos aromáticos, entre otros. Esta técnica presenta una alta sensibilidad y permite analizar diferentes muestras sin destruirlas, razón por la cual cobra relevancia y es utilizada para monitoreo y caracterización de las sustancias que intervienen o resultan en los procesos industriales. La intensidad de la luz de fluorescencia permite determinar la concentración de los fluorocromos y su espectro puede verse afectado por el entorno molecular y por esto es sensible a la modificación del pH de los componentes aromáticos de la muestra. En este trabajo se realiza un estudio de los espectros de emisión fluorescente de cuatro cervezas cuya diferencia se encuentra en la marca, el porcentaje de alcohol y el tipo de cerveza, determinado por el lúpulo y la levadura

utilizados en su fabricación. Se ha analizado la incidencia del pH en la emisión fluorescente, utilizando muestras de cervezas diluidas con ácido cítrico. Se utilizan fuentes de excitación láser y LED y un mini espectrofotómetro a fibra óptica. Los espectros obtenidos permiten una caracterización de las cervezas estudiadas debido a las variaciones de la forma del espectro, su ancho y la posición del máximo.

jessica.gil.londono@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** espectroscopia, fluorescencia, lif, ph.

OF101P

## CONVERTIDORES DE POLARIZACIÓN DE LINEAL A CIRCULAR BASADOS EN METASUPERFICIES AUTOCOMPLEMENTARIAS TIPO ZIGZAG

*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

*Stanislav B. Glybovski - ITMO University*

*Juan P. del Risco - Universidad Sergio Arboleda*

*Alexey P. Slobozhanyuk - ITMO University*

*Pavel A. Belov - ITMO University*

En este trabajo hemos demostrado de forma teórica y experimental que es posible realizar conversión de ondas electromagnéticas con polarización lineal a polarización circular mediante el uso de metasuperficies de espesor despreciable en comparación con la longitud de onda. Más concretamente hemos diseñado un convertidor de polarización lineal a circular basado en una metasuperficie compuesta de tiras metálicas con forma de zigzag impresas sobre un sustrato dieléctrico. La estructura es

autocomplementaria ya es idéntica a su complementaria, en el sentido de que al intercambiar zonas de metal y aire sobre la superficie la estructura se mantiene igual excepto por alguna traslación más pequeña que el periodo de la estructura. Esta propiedad de autocomplementariedad unida a la respuesta no resonante de la celda unidad garantiza la conversión de polarización lineal a circular en un rango de frecuencia grande. Experimentalmente hemos alcanzado un ancho de banda relativo (a 3dB de razón axial) de un 53%; aunque, en principio, la teoría afirma que sería posible alcanzarlo de hasta 70.5%. Además, la metasuperficie estudiada tiene una celda unidad mucho más pequeña que la longitud de onda, lo evita la aparición de máximos de difracción debidos a la periodicidad y proporciona una mejor estabilidad angular del fenómeno. De hecho, el ancho de banda relativo (a 3dB de razón axial) en los experimentos realizados siempre se mantuvo por encima del 40% para ángulos de incidencia comprendidos entre  $-30^\circ$  y  $+30^\circ$ . Finalmente, se alcanzó un excelente acuerdo entre la teoría, las simulaciones numéricas y los experimentos.

jdbaenad@unal.edu.co

**Palabras claves:** metasuperficie, polarización circular, convertidor de polarización.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## MONITOR DE PARÁMETROS DE UN PANEL FOTOVOLTAICO USANDO ARDUINO

*Ivan Camilo Bravo Lasso - Universidad Nacional de Colombia*

*Fredy Edimer Hoyos Velasco - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín*

La energía solar fotovoltaica es la energía producida por paneles solares, los cuales convierten la radiación solar en energía eléctrica, estos paneles están constituidos por células solares semiconductoras que por medio del efecto fotoeléctrico desprenden electrones de una capa de la célula, mandándolos a otra placa, generando un flujo eléctrico. El proyecto consiste en la creación de un monitor de parámetros del panel en tiempo real, el sensor de tensión se construyó por medio de un divisor de voltaje, el cual consta de 5 resistencias en serie de 1 Mega Ohm cada una, se toma el voltaje de una de ellas y se ingresa a la tarjeta arduino, este divisor de voltaje es necesario ya que la tarjeta permite una entrada de voltaje en el rango de 0 a 5 Voltios y el panel que se utiliza tiene un voltaje nominal de 24 Voltios, en el código el voltaje leído se multiplica por 5 para obtener el valor real del voltaje del panel. La corriente de salida del panel se mide con un sensor de corriente de efecto hall ACS712, el cual tiene un rango de medida entre -30 y 30 amperios, con una salida en voltaje entre 0.5 y 4.5 Voltios. Internamente en código se debe adecuar la relación voltaje corriente para obtener el valor real de la corriente del panel. Y finalmente para la obtención de la potencia del panel utilizamos la relación  $P = I$  (corriente) \*  $V$  (voltaje). Estos tres parámetros se muestran en una pantalla LCD de 16x2 que va

conectada a la tarjeta arduino. Este trabajo fue soportado por los proyectos de investigación: HERMES 34671 y 36911 de la DIME.

ivcbravola@unal.edu.co

**Palabras claves:** panel, fotovoltaico, arduino, energia, corriente, voltaje, potencia.

OF125P

## CARACTERIZACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DEL EFECTO KERR ELECTRO – ÓPTICO USANDO ÁNGULOS DE BREWSTER

*Gustavo Adolfo Rojas Rojas - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*  
*Luis Stiven Sanabria Castro - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*  
*Iveth Margeny Mendoza Gómez - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Para el montaje experimental se usa una cerámica piezoeléctrica de Titanato de zirconato de plomo modificada con lantano (PLZT) como sonda Kerr, de forma que al aplicar altos voltajes se evidencie el cambio del camino óptico, además de esta pieza, se usa una fotocelda de silicio como sensor, polarizadores y un láser HeNe de longitud de onda  $\lambda=633\text{nm}$ . Los principales objetivos de la investigación son la determinación del cambio de los índices de refracción internos en la cerámica (birrefringencia), el cálculo de los ángulos de Brewster que eliminen por completo la señal del láser luego del paso por el polarizador - analizador y la calibración de cada uno de los instrumentos que componen el montaje con el propósito de elaborar una guía didáctica, para que cualquier persona que esté interesada en reproducir la práctica tenga la



información suficiente y necesaria para llevar a cabo el montaje experimental y la respectiva toma de datos. Se determinan las relaciones entre la intensidad luminosa como función de la diferencia de potencial y la reflectividad en función del ángulo de incidencia de cada camino óptico.

ivethmargeny@gmail.com

**Palabras claves:** efecto kerr, constante kerr, birrefringencia, polarizador, analizador, ángulo de brewster.

OF1260

## **MODOS ELECTROMAGNÉTICOS EN ESTRUCTURAS MULTICAPAS**

*Paula Triana - Grupo de Instrumentación Científica & Didáctica, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.*

*C. A. Herreño-Fierro - Grupo de Instrumentación Científica & Didáctica, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia*

Los plasmones superficiales son oscilaciones colectivas de los electrones libres de un metal fuertemente confinadas a la superficie y acopladas a una onda electromagnética propagante y evanescente [1]. Usualmente, la caracterización de este tipo de resonancias se obtiene mediante experimentos de reflectometría en condiciones de reflexión interna total en donde se satisface la condición de acoplamiento de una onda electromagnética evanescente con los plasmones superficiales. En sistemas multicapas metal-dieléctrico es posible obtener distintos modos

plasmónicos en cada interfase que no pueden ser identificados directamente a partir de los experimentos de reflectometría en donde las mediciones obtenidas constituyen la respuesta efectiva de la estructura. Por tanto, para identificar este tipo de resonancias es necesario un análisis complementario que puede estar basado en algún modelo de respuesta óptica de los materiales, o de manera más general en un cálculo analítico de la propagación de ondas electromagnéticas en este tipo de estructuras. Dado que la respuesta óptica efectiva de este tipo de estructuras depende fuertemente de la excitación de este tipo de modos electromagnéticos, este análisis permitiría obtener los parámetros de estructura y composición adecuados para diseñar estructuras con una respuesta óptica efectiva deseable. Es decir, permitiría diseñar nuevos materiales con propiedades ópticas inexistentes naturalmente, lo cual convergería en el mejoramiento del desempeño de los dispositivos ópticos y optoelectrónicos de la actualidad, así como en la creación de nuevas posibilidades tecnológicas. En este trabajo se presenta un cálculo del perfil de campo eléctrico para un sistema de multicapas metal-dieléctrico de  $n$ -capas embebidas entre dos medios dieléctricos semi-infinitos. El cálculo consiste en resolver las ecuaciones de Maxwell para una onda propagante desde la formulación de un problema de funciones y valores propios. Los resultados permiten describir la función de reflectancia de la estructura a la vez que identificar en cada interfase modos plasmónicos vinculados con la existencia de campos evanescentes emergentes en ausencia de campos incidentes [2-3]. El análisis de las correspondientes curvas de reflectancia angular junto con datos experimentales permite contrastar la detección empírica de estos modos.

**Palabras claves:** plasmones superficiales, multicapas, modos electromagnéticos.

OF1370

## DETERMINACIÓN DEL PLANO DE MEJOR ENFOQUE EN MICROSCOPIA HOLOGRÁFICA DIGITAL EN TRANSMISIÓN

*María Alejandra González Domínguez - Universidad Nacional de Colombia -  
Bogotá*

*Edgar Mauricio Torres Rodríguez - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá*  
*Freddy Alberto Monroy Ramírez - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá -*

La holografía digital es la técnica mediante la cual se registra el campo óptico complejo dispersado o transmitido por una muestra a estudiar y, con su posterior recuperación por métodos numéricos, se pueden describir algunas de sus características; al analizar muestras translucidas, transparentes a simple vista, se genera una dificultad para su enfoque en los sensores de estado sólido, adicional a esto, los objetivos de microscopio usados en los montajes de Microscopía Holográfica Digital (MHD) tienen una profundidad de foco que dificulta aún más la tarea. Todo esto conlleva a una pérdida de información gracias a la falta de certeza de la ubicación del plano de mejor enfoque (PME), de modo que, en busca de una solución que proporcione su ubicación correcta, se implementaron, junto con la reconstrucción numérica del campo óptico, tres algoritmos de reconocimiento de imágenes que son: el coeficiente de Tamura, el criterio de la entropía y el índice de Gini,

en función de la distancia de reconstrucción; tal que la distancia para la cual estas funciones tomen su valor mínimo, será la ubicación del PME. Al graficar las tres funciones sobre el mismo eje, se encontró que todas las curvas tienen un mínimo ubicado aproximadamente a la misma distancia, la cual coincide con ser la del PME. Al encontrar este PME se está garantizando un mínimo en la pérdida de resolución y de información al momento de estudiar muestras traslúcidas microscópicas por medio de MHD, tal como granos de polen, tejidos biológicos o células, etc.

famonroyr@unal.edu.co

**Palabras claves:** microscopía holográfica digital; plano mejor enfoque; coeficiente tamura; criterio de entropía; índice de gini.

OF1440

## ONE DIMENSIONAL DIELECTRIC-GRAPHENE-METAL SYSTEM UNDER OBLIQUE INCIDENCE.

*Danny Manuel Calvo Velasco - Universidad del Valle*

*Nelson Porras Montenegro - Universidad del Valle*

As it is well known that PCs composed by dielectric-graphene-air present a non Bragg gap, called graphene induced photonic band gap (GIPBG), that does not depend neither on the polarization nor on the incidence angle. In this work by using the scattering matrix formalism, it is studied the optical properties of one dimensional photonic crystals (PCs) made of multiple layers of dielectric and metamaterials with metal drude type response, with inclusions of graphene in between the dielectric-dielectric interfaces (DGMPC).

The transmission diagram for the transverse electric (TE) and magnetic (TM) polarization as a function of the incidence angle, the graphene chemical potential, and the metallic plasma frequency are presented. It is found for the DGMPC an induced transmission band for the TM polarization which does not depend neither on the incidence angle nor on the graphene chemical potential, for metallic plasma frequencies inside the GIPBG, due to the electric plasmon-polariton excitation in the metallic material. In contrast it is shown the emergence of new band gaps for metallic plasma frequencies in the range of the transmission bands of the dielectric-graphene-air PC. Additionally the DGMPC could be used as a perfect reflector or transmitter for TM polarization in a thin bandwidth by adjusting the graphene chemical potential, for appropriate metallic plasma frequencies. We consider this work contributes to open new possibilities to the design of photonic devices with DGMPCs.

d.m.calvo-velasco@hotmail.com

**Palabras claves:** graphene, plasmon-polariton, transmission, photonic crystals.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## COHERENCIA DE LA LUZ PARA UN SISTEMA DE MICROCAVIDAD-MOLÉCULA ARTIFICIAL A TRAVÉS DE INTERFEROMETRÍA

*Juan Carlos González Espitia - Universidad Nacional de Colombia*

*Herbert Vinck Posada - Universidad Nacional de Colombia*

Recientemente, se ha reportado la obtención de moléculas artificiales conformadas por excitones en puntos cuánticos autoensamblados inmersas en microcavidades ópticas, este hallazgo permite que a través de las tasas de tunelamiento entre el excitón directo y el excitón indirecto se puedan modificar las propiedades de emisión. Este tipo de efectos y sistemas han sido ampliamente estudiados por grupos como los de los profesores José M. Villas-Bôas y Robert H. Blick, entre otros. En el presente trabajo, se estudia un sistema de interacción radiación-materia formado por una molécula artificial de puntos cuánticos inmersos en una microcavidad óptica semiconductor que cuyo modo de operación es único. Este sistema se modela a través de la ecuación maestra y en éste modelo se describen la pérdida de fotones de la microcavidad y el bombeo de excitones a la molécula. La idea principal del trabajo es mirar las propiedades de coherencia de la luz que sale del sistema y caracterizar la fuente según sus parámetros característicos determinando así su rango de aplicación. Para esto con el estado de luz cuántico que sale de la microcavidad se hará un análisis interferométrico en función de los parámetros característicos del sistema.

[jucgonzalez@unal.edu.co](mailto:jucgonzalez@unal.edu.co)

**Palabras claves:** interacción radiación-materia, puntos cuánticos, moléculas artificiales, microcavidades ópticas, coherencia.

OF152P

## COHERENCIA TEMPORAL DE PRIMER ORDEN PARA UN SISTEMA DE MICROCAVIDAD-PUNTO CUÁNTICO

*Santiago Bermúdez Feijóo - Universidad Nacional de Colombia*

*Herbert Vinck posada - Universidad nacional de Colombia*

En la actualidad los sistemas semiconductores de baja dimensionalidad son ampliamente estudiados debido tanto a sus aplicaciones tecnológicas como al reconocimiento de propiedades mecánico-cuánticas fundamentales. Desarrollos exitosos tales como el hallazgo de régimen de acople fuerte, el efecto Purcell y los emisores de fotones individuales entre otros hacen que este tipo de sistemas sean candidatos promisorios para la incorporación de los mismos en dispositivos más complejos. El objetivo principal del presente trabajo es el estudio de las propiedades de coherencia de la luz que sale de un sistema de microcavidad-punto cuántico interactuante. Para esto se utilizará el modelo de jaynes cummings con disipación. Con el estado cuántico de luz proveniente de la emisión de la microcavidad se estudiará un montaje interferométrico que permita mirar las propiedades de coherencia de esta luz en función de los parámetros característicos del sistema.

sbermudezf@unal.edu.co

**Palabras claves:** punto cuántico, microcavidad semiconductor  
óptica.

## **ESTUDIO COMPARATIVO DE VIABILIDAD DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PALMA DE ACEITE EN DOS ESTADOS DE DESARROLLO: DIFERENCIADA Y DE PUNTO BLANCO UTILIZANDO TÉCNICAS DE SPECKLE DINÁMICO**

*Jaidy Marjorie Jácome Lindarte - Universidad Popular del Cesar  
Cesar Orlanto Torres Moreno - Universidad Popular del Cesar*

En esta investigación se realizó un estudio comparativo de viabilidad de germinación de semillas de palma de aceite en dos estados de desarrollo: diferenciada y de punto blanco utilizando técnicas de Speckle dinámico. Para esto, se realizó un estudio de las técnicas de biospeckle y sus descriptores, posteriormente se llevó a cabo un análisis de técnicas de procesamiento digital de imágenes aplicado a biospeckle, y de esta forma se obtuvieron las curvas experimentales características de germinación en semillas de palma de aceite [1]. Las semillas fueron iluminadas por una fuente de láser de helio-neón de 7 mW con longitud de onda de 632,8 nm; los patrones de speckle fueron grabados por una cámara digital y se almacenaron en el ordenador central para su posterior análisis en Matlab. Se observó que las actividades de las semillas se pueden distinguir como semillas viables y semillas no viables. Los resultados indican que bio-speckle se puede utilizar para evaluar la viabilidad de la semilla.

[jmjacome@unicesar.edu.co](mailto:jmjacome@unicesar.edu.co)



**Palabras claves:** speckle dinámico, estado diferenciado, estado punto blanco.

OF1550

**ULTRAFAST EXCITED STATE INTRAMOLECULAR PROTON TRANSFER AND PHOTOCROMISM OF 1- AND 2-SALICYLIDENEANTHRYLAMINE. A COMBINED EXPERIMENTAL AND DFT-TD-DFT STUDY**

*William Ernesto Rodriguez Cordoba - Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín*

Aromatic Schiff bases with photochromic properties and that undergo excited state intramolecular proton transfer have been extensively studied during the last decades due to their application including diodes, molecular switches, optical data processing and storage devices. Despite numerous investigations, the ESIPT process still presents challenges both theoretically and experimentally due to the intrinsically complex physical and chemical nature. We present a combined ultrafast transient absorption spectroscopy and DFT/TD-DFT study for 1-AntSA and 2-AntSA. Our measured kinetics for the decay of keto-tautomers in the S1 state was followed by the transient absorption (~450 nm) and stimulated emission bands. Both compounds show an ultrafast ESIPT process that occurs within 300 fs. The residual transient absorption bands with a maximum at 480 nm do not change in the time range of 200 to 1000 ps, and they are assigned to the long-lived ground state of photochromic tautomer. In the computational part, the photodynamic simulations and static results show that the

ESIPT occurs in the femtosecond time scale ( $\sim 300$  fs) and that the speed is modulated by the ability of the conformers to evolve toward a planar conformation in the S1 state. TD-DFT results show that the emission spectrum in polar solvents is dominated by the cis-keto tautomers, while in cyclohexane the spectrum is dominated by the emission of the locally excited trans-enol forms. Our computational results show that both compounds can relax by two competitive processes: the excited state intramolecular proton transfer and the N=C double bond isomerization. All our computational results agree very well with the experimental data.

werodriguezc@unal.edu.co

**Palabras claves:** ultrafast transient absorption spectroscopy , excited state intramolecular proton transfer, photochromism.

OF156P

## NONLINEAR OPTICAL PROPERTIES AND PHOTOPHYSICAL INVESTIGATION OF ACRIDINE-1,8- DIONE DERIVATIVES. AN EXPERIMENTAL AND QUANTUM MECHANICAL STUDY

*Ana Maria Rodríguez Botero - Universidad Nacional de Colombia – Sede  
Medellín*

*Cristian Ochoa Puentes - Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá*

*William Rodríguez Córdoba - Universidad Nacional de Colombia – Sede  
Medellín*

Acridinedione dye is a bifunctional molecule which acts as both electron donor and acceptor, as a result of this nature, this type of

molecules undergo various interesting reactions in the excited states. Due to their potential utility as blue light-emitting materials a great effort has been devoted to develop and design new fluorescent dyes with high optical properties. In this contribution, we report an experimental and computational study of the photophysical and nonlinear optical properties (NLO) of four new acridine-1,8-dione derivatives. Specifically, using time dependent density functional theory, we have studied the absorption and emission properties as well as the electronic structure in the ground (S0) and excited (S1) states of the model compounds. The NLO properties have been investigated using B3LYP and CAM-B3LYP functionals. The calculated static hyperpolarizabilities were found to be strongly functional dependent, where CAM-B3LYP seems to predict more reliable structural and optical data, compared to experimental data. On the other hand, the NLO properties were measured by the standard femtosecond Z-scan technique. The laser source used was the Carmel X-series of femtosecond 780 nm fiber lasers, 50-100 fs linear polarized pulses with 50 MHz repetition rate and about 12 nJ pulse energy. The sample was mounted on a translation stage driven by a computer controlled stepper motor to move along the Z axis around the focal point with the step length of 0.1 mm. A 5-mm-diameter aperture was placed on the Z axis in the far field and the second photodiode detector was put behind to record the transmission as a function of the sample position.

werodriguezc@unal.edu.co

**Palabras claves:** nonlinear optical properties, acridinedione, z-scan, photophysics.

**PHOTOPHYSICAL AND NONLINEAR OPTICAL  
PROPERTIES OF PHENYLACRYLATE DERIVATIVES  
STUDIED BY FEMTOSECOND Z-SCAN IN SOLUTION  
AND DFT/TDDFT METHODOLOGIES**

*Camila Orozco Bernal - Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín  
Cristian Ochoa Puentes - Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá  
William Rodríguez Córdoba - Universidad Nacional de Colombia – Sede  
Medellín*

Due to the potential utility in novel optoelectronic and photonic technologies, conjugated organic systems with large nonlinear optical (NLO) properties are of great interest and have been extensively investigated both experimentally and theoretically. Last years, a collective effort from physicists, chemists and materials scientist is currently in progress to understand the relationship between the optical response and the molecular structure. In this contribution, we report an experimental and computational study of the photophysical and NLO of phenylacrylate derivatives. The NLO properties were measured by the standard femtosecond Z-scan technique. The laser source used was the Carmel X-series of femtosecond 780 nm fiber lasers, 50-100 fs linear polarized pulses with 50 MHz repetition rate and about 12 nJ pulse energy. The sample was mounted on a translation stage driven by a computer controlled stepper motor to move along the Z axis around the focal point with the step length of 0.1 mm. A 5-mm-diameter aperture was placed on the Z axis in the far field and the second photodiode detector was put behind to record the transmission as a function of the sample position. Using time

dependent density functional theory, a systematic study for the photophysical processes and NLO properties have been calculated. Our results were compared with the experimental results and found in good agreement. The calculated static hyperpolarizabilities were predicted found to be strongly functional dependent, where CAM-B3LYP seems to predict more reliable structural and optical data as well as the photophysical properties when compared to experimental data.

werodriguezc@unal.edu.co

**Palabras claves:** nonlinear optical properties, acridinedione, z-scan, photophysics.

OF159P

## AN EXPERIMENTAL AND QUANTUM MECHANICAL STUDY OF THE NONLINEAR OPTICAL AND PHOTOPHYSICAL PROPERTIES OF OLIGOPHENYLENEVINYLENES DERIVATIVES

*Lina Maria Simbaqueba Marin - Universidad Nacional de Colombia – Sede  
Medellín*

*Cristian Ochoa Puentes - Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá*

*William Rodríguez Córdoba - Universidad Nacional de Colombia – Sede  
Medellín*

The need to develop inexpensive renewable energy sources stimulates scientific research for efficient, low-cost photovoltaic devices. Conjugated oligomer-based photovoltaic elements have introduced at least the potential of obtaining cheap and easy

methods to produce energy from light. Oligophenylenevinylene (OPVs) and their derivatives have attained wide interest because of their applications in optoelectronic devices such as light emitting diodes and photovoltaic. The main advantage of the OPVs over polymeric organic semiconductors is the possibility to construct macromolecular system where the response of the system to electronic excitation is nonlinear. In this contribution, we have investigated the substituents effect in a series of oligophenylenevinylenes. We report the synthesis, optical absorption/emission and NLO properties. The NLO properties were measured using the standard femtosecond Z-scan technique. The laser source we used was the Carmel X-series of femtosecond 780 nm fiber lasers, 50-100 fs linear polarized pulses with 50 MHz repetition rate and about 12 nJ pulse energy. The sample was mounted on a translation stage driven by a computer controlled stepper motor to move along the Z axis around the focal point with the step length of 0.1 mm. A 5-mm-diameter aperture was placed on the Z axis in the far field and the second photodiode detector was put behind to record the transmission as a function of the sample position. On the other hand, we have used time-dependent density functional theory to study the photophysical mechanism and optical transitions. We got a “general” picture of the photocycle, where the calculated absorption and emission properties compare very well with the experimental data.

werodriguezc@unal.edu.co

**Palabras claves:** nonlinear optical properties, acridinedione, z-scan, photophysics.

## COMPARISON BETWEEN REFLECTION AND TRANSMISSION ACQUISITION MODE ON POLY METHYL- METHACRYLATE BY USING TIME RESOLVED INFRARED SPECTROSCOPY

*Miguel Angel Cifuentes Marin - Universidad Tecnológica de Pereira  
Milton Humberto Medina Barreto - Universidad Tecnológica de Pereira*

The technique termed Time Resolved Infrared Spectroscopy with step heating (TRIR) allows the quantification of surface and subsurface features of different types of materials. This work describe the TRIR approach and analysis of its time response on a poly methyl- methacrylate (PMMA) probe, in order to generate depth images in both reflection and transmission mode. A step heating test was applied with duration of 60 s to one circular sample that contains 16 controlled holes (12 cm of diameter and depth from 0,2 mm to 1,7 mm), and thermograms were taken every 30 s during the heating and cooling during a total time of 1260 s. Temperature-time plots indicate that the thermal evolution of surface reached an maximum value approximate of 60 °C. A slope of approximately 0,5 were found in according with the expected behavior of the rise temperature with the time, but local thermal variations were detected on defect zones (holes). During the image processing a simple approximation for absolute thermal contrast was employed obtaining calibration curves that allowed calculate uncertainties less than 10% for each defect, in both diameters as depth. This final result shows that TRIR is useful and suitable for determine possible imperfections in polymers in reflection and transmission mode,

regardless the defects are on or below the surface (until 4mm), taking in account that the thickness of the polymer sample don't be too large in comparison with its diameter.

miguel7@utp.edu.co

**Palabras claves:** time resolved infrared spectroscopy, poly methyl- methacrylate, contrast.

OF161P

## CRECIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE UNA MULTICAPA DE (YBA<sub>2</sub>CU<sub>3</sub>O<sub>7</sub> / BATIO<sub>3</sub>)<sub>N</sub> PARA SU APLICACIÓN COMO CRISTAL FOTONICO

*John Edward Ordoñez - Universidad del Valle*

*Luz Esther González - Universidad del Valle, Universidad de Ibagué*

*Evelyn Mendoza Cobo - Universidad del Valle*

*Carlos Andres Melo Luna - Universidad del Valle*

*Nelson Porras - Universidad del Valle*

*Juan Carlos Granada - Universidad del Valle*

*John Henry Reina - Universidad del Valle*

*Maria Elena Gómez de Prieto - Universidad del Valle*

*Gustavo Adolfo Zambrano - Universidad del Valle*

Capas alternadas de material superconductor y dieléctrico puede exhibir propiedades de cristal fotónico. Este tipo de estructura de superred, según estudios teóricos, presenta un comportamiento en la zona visible del espectro electromagnético, no identificado plenamente en la literatura pero con prometedoras aplicaciones optoelectrónicas. Hemos crecido multicapas de YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub> / BaTiO<sub>3</sub> (YBCO/BTO) sobre substratos cristalinos de SrTiO<sub>3</sub> (STO) mediante la técnica de pulverización catódica a altas



presiones de oxígeno, CD y RF, respectivamente. Variamos sistemáticamente el número (n) de bicapas. Las multicapas fueron caracterizadas mediante difracción de rayos X y resistencia en función de la temperatura. La difracción de rayos X (XRD) indica un crecimiento texturado con los picos de Bragg asociados a la dirección (00□) del YBCO y del BTO perpendicular a la superficie del sustrato. La caracterización eléctrica permitió establecer una temperatura de transición de ~ 85K para el YBCO, mientras que en la bicapa (YBCO/BTO)<sup>1</sup> fue de ~70K. Las propiedades ópticas de las multicapas se realizan por debajo de la temperatura de transición del YBCO y fueron caracterizadas mediante un láser supercontinuo en el rango de 200-1200 nm, determinando la reflectancia del material a diferentes temperaturas. Estas medidas ópticas han mostrado indicios de la presencia de reflexiones en los rangos entre 300-400 y 600-800 nm. Nuestro interés es estudiar la dependencia de la posición y ancho del patrón de reflexión con el número de bicapas de la superred (YBCO/BTO)<sub>n</sub>. Estos resultados permitirán identificar potencial uso de este sistema YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub> / BaTiO<sub>3</sub> como cristal fotónico unidimensional.

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo fue financiado mediante el proyecto de investigación de convocatoria interna de la Universidad del Valle – 2016 (CI 71062), en Cooperación con el Fondo CTeI-Sistema General de Regalías, contrato BPIN 2013000100007, y el Centro de Excelencia de Nuevos Materiales CENM.

john.ordonez@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** cristal fotonico, ybco, bto, optoelectrónico.

## ROBUSTEZ DE ESTADOS CUÁNTICOS EN UN SISTEMA DE MICROCAVIDAD-MOLÉCULA ARTIFICIAL BAJO LA ASISTENCIA DE FONONES INDUCIDOS POR LA CAVIDAD

*Nicolas Parra Avila - Universidad Nacional de Colombia*  
*Herbert Vinck Posada - Universidad Nacional de Colombia*

Estudiar los efectos de naturaleza cuántica con el fin de que se puedan utilizar en aplicaciones tecnológicas es un reto actual de la física y en particular del área de la materia condensada y el diseño de dispositivos de baja dimensionalidad. En el presente trabajo, se analiza un sistema de microcavidad interactuando con una molécula artificial de puntos cuánticos, esto bajo disipación. El objetivo principal es encontrar estados robustos que frente a la disipación producida por la asistencia de fonones inducidos por la cavidad sean alcanzables experimentalmente. Para esto se utilizará el formalismo de la ecuación maestra y se tendrán en cuenta adicionalmente, las pérdidas de fotones a través de los espejos de la microcavidad y bombeos coherentes e incoherentes de excitones y fotones.

nparraa@unal.edu.co

**Palabras claves:** interacción radiación-materia, punto cuántico, molécula artificial, microcavidad, coherencia, ecuación maestra, disipación.

## CITOMETRÍA DE ERITROCITOS DE AVES POR MEDIO DE MICROSCOPIA HOLOGRÁFICA DIGITAL FUERA DEL EJE

*Sergio Rengifo Pineda - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá*

*Freddy Alberto Monroy Ramírez - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá*

La Microscopía Holográfica Digital (MHD) en transmisión es la técnica mediante la cual se registra el campo óptico complejo dispersado o transmitido por una muestra microscópica traslúcida a estudiar y, con su posterior recuperación por métodos numéricos, se pueden describir algunas de sus características, tales como su morfología e índice de refracción. En este trabajo se discuten los principales resultados obtenidos a partir de la aplicación de la MHD al estudio de algunas propiedades asociadas a eritrocitos de dos muestras distintas de aves, a saber, *Columba livia* y *Zonotrichia capensis*. Dentro de las propiedades estudiadas se pudo realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de la morfología de las células y de su índice de refracción. Para ello se empleó una fuente de láser Helio-Neón y un interferómetro tipo Mach-Zehnder con el fin de realizar MHD fuera del eje, con este montaje se registraron los hologramas de los eritrocitos mencionados y con la reconstrucción numérica del campo óptico dispersado por ellos se calcularon los mapas de amplitud y de diferencia de fase que permitieron la descripción morfológica y de índice de refracción. Los resultados obtenidos permitieron estimar los diámetros de los eritrocitos *C. livia* y *Z. capensis* en  $10.5 \pm 0,1 \mu\text{m}$  y  $7.2 \pm 0,1 \mu\text{m}$  y sus índices de refracción en  $1,4 \pm 0,1$  y  $1,5 \pm 0,1$  respectivamente, los cuales

concuerdan muy bien con la literatura reportada. También se logró describir cualitativamente la existencia de núcleo y de estructuras internas de las muestras al suponer las mismas relacionadas con las variaciones de índice de refracción.

famonroyr@unal.edu.co

**Palabras claves:** citometría; microscopía holográfica digital; eritrocitos; índice de refracción.

OF1840

## ESTUDIO DE DINÁMICAS DE SISTEMAS CUÁNTICOS ABIERTOS USANDO FOTONES

*Daniel F. Urrego - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes*

*Jefferson Flórez - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes*

*Jiří Svozilik - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes*

*Mayerlin Nuñez - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes*

*Alejandra Valencia - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes*

En las últimas décadas han surgido aplicaciones basadas en principios cuánticos que prometen, en algunos casos, superar sus contrapartes clásicas. Para cualquier implementación de estas aplicaciones es importante considerar la interacción del sistema cuántico con su entorno. La evolución de un sistema cuántico bajo el efecto de un entorno define su dinámica. Dos tipos de dinámica pueden ser identificados dependiendo de la dirección en la cual fluye la información: si la información fluye del sistema hacia el ambiente, la dinámica se dice que es Markoviana; En contraste, si la información fluye del entorno al sistema, la dinámica se denomina no-markoviana. Aunque a primera vista la presencia de

ruido debido al entorno puede parecer perjudicial, se ha demostrado que controlando el tipo de dinámica de un sistema cuántico abierto (OQS por sus siglas en inglés) es posible aprovechar la presencia del ruido. Este hecho junto con un interés fundamental para entender OQS ha motivado el estudio de diferentes dinámicas cuánticas. Reportamos el estudio experimental de las de las dinámicas de OQS utilizando fotones. En general, los fotones pueden caracterizarse por diferentes grados de libertad, como la polarización y las variables espacio-temporales. Utilizamos la polarización como sistema cuántico, el momento transversal como el medio y acoplándolos es posible estudiar la dinámica de los OQS. En particular, generamos entornos estructurados que inducirán la dinámica Markovian y no-Markovian. Cuantificamos estas dinámicas mediante distancia traza, fidelidad y la entropía relativa, que puede medirse en el laboratorio a través de un protocolo de tomografía de polarización

df.urrego1720@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** sistemas cuánticos abiertos.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## TOWARD ENTANGLED VIRTUAL STATE SPECTROSCOPY WITH INTENSE PHOTON TWIN- BEAMS

*Jiri Svozilik - Universidad de los Andes*

*Meyerlin Nuñez - Universidad de los Andes*

*Alejandra Valencia - Universidad de los Andes*

*Jan Peřina - Palacky University*

*Roberto Montiel - Universidad Nacional Autónoma de México*

Spectroscopic methods represent pivotal tools in the determination of an unknown chemical material. In addition, time-resolved methods, such as the pump-probe spectroscopy, allow to measure the excitation dynamics inside examined materials [1]. In recent years, a large attention has been devoted to optical methods based on the quantum (non-classical) features of light permitting to increase the detection resolution and also efficiently increase the interaction of samples with a probing light [2]. Among various approaches, the virtual state spectroscopy [3,4] offers the possibility of resolving intermediate levels in the process of two-photon absorption. Usual approach based on the solution of the Schrödinger equation describes an ideal case of only one photon pair interacting with the sample. This requires to maintain a low photon flux. Recent advances in both theoretical and experimental domains in the generation of intense entangled photon beams (twin beams) in the nonlinear process of spontaneous parametric down-conversion enable to boost the atom-light interaction meanwhile quantum features of light persist. For that reason, we focus our study on effects occurring in the scenario when many entangled

photons interact with the sample using different spectral properties of intense twin beams [5]. References [1] C. Minhaeng, "Two-dimensional optical spectroscopy," CRC press, 2009. [2] K. E. Dorfman et al, Rev. Mod. Phys., 88, 045008 (2016). [3] B. E. A. Saleh et al, Phys. Rev. Lett. 80, 3483 (1998). [4] R. de J. Leon-Montiel et al, New J. Phys. 15, 053023 (2013). [5] J. Svozilík et al, arXiv:1608.07326.

j.svozilik@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** spectroscopy, entangled photons, two-photon absorption.

OF192P

## METASUPERFICIES TRANSPARENTES PARA EL CONTROL DEL ESTADO DE POLARIZACIÓN

*Manuel A. Londoño - Universidad Nacional de Colombia  
Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

Se diseñó una metasuperficie capaz de transformar una onda de polarización lineal a cualquier estado de polarización elíptica. Esta es transparente para dos estados de polarización lineal ortogonales entre sí. Pero, mientras que para uno de ellos la fase del coeficiente de transmisión no sufre salto, para el otro presenta un salto entre 0 y  $2\pi$  dependiente de la frecuencia. Esto se debe a que la celda unidad utilizada se puede modelar como una pareja de dipolos, eléctrico y magnético, tangentes a la superficie y con polarizabilidades eléctrica y magnética resonantes e iguales en todo el rango de frecuencia, para así evitar cualquier reflexión. Cuando

el campo eléctrico incidente es ortogonal al dipolo eléctrico, entonces los dipolos no son excitados. Pero, si el campo eléctrico incidente es paralelo al dipolo eléctrico, entonces sí se excitan los dos dipolos, provocando el salto de fase. Con el fin de obtener la conversión de polarización, se puede hacer incidir una onda de polarización lineal con campo eléctrico orientado a  $45^\circ$  respecto al dipolo eléctrico de la celda, lo cual equivale a una combinación lineal de dos ondas con campos paralelos y ortogonal al dipolo eléctrico. Ambas componentes atraviesan la metasuperficie, pero una de ellas se desfasa un valor que es controlable mediante la variación de la frecuencia, mientras la otra no. Son particularmente interesantes los casos de desfase  $\pm 90^\circ$  (polarización circular) y  $180^\circ$  (rotación de  $90^\circ$  del plano de polarización). Es importante notar que dicho desfase se produce en el espesor de la metasuperficie, que es mucho menor que la longitud de onda.

[jdbaenad@unal.edu.co](mailto:jdbaenad@unal.edu.co)

**Palabras claves:** metasuperficie, convertidor de polarización.

FISICA Y REALISMO MAGICO





## IMÁGENES TERMO-ELECTRÓNICAS DE P-SI EN MONO CAPAS Y BI-CAPAS

*Julio Cesar Mosquera Mosquera - Grupo de Optoelectrónica, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Facultad de Ciencias Básicas y Tecnológicas, Universidad del Quindío*

*Andres Medina Herrera - Grupo de Optoelectrónica, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Facultad de Ciencias Básicas y Tecnológicas, Universidad del Quindío*

*Oscar Iván Reyes Gil - Grupo de Optoelectrónica, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Facultad de Ciencias Básicas y Tecnológicas, Universidad del Quindío*

En este trabajo se presenta la caracterización óptica mediante radiometría foto-térmica infrarroja de tres muestras de silicio poroso (p-Si), y una muestra de silicio cristalino. Las tres muestras de p-Si fueron fabricadas mediante ataque electroquímico. A dos de ellas se les aplicó una única corriente de anodización 10 mA y 60 mA, mientras que la otra fue fabricada con dos corrientes de anodización sucesivas 10/60 mA. LA TÉCNICA DE RADIOMETRÍA FOTO-TÉRMICA infrarroja permite construir imágenes foto térmicas correspondientes a la distribución de portadores en el material. Estudios simultáneos han mostrado las potencialidades del p-Si en aplicaciones de semiconductores emisores en el rango visible. La información sobre la distribución de portadores por el material es lograda a través de las imágenes termo-electrónicas generadas por la técnica de radiometría foto-térmica. Nuestros estudios evidencian que las muestras presentan regiones con diferentes tiempos de vida de los portadores minoritarios, al igual que acontece en los casos de materiales con

imperfecciones como micro defectos o dislocaciones. En este caso, los poros se comportan como defectos en la red cristalina y dado que el tiempo de vida de los portadores minoritarios dependen de las imperfecciones, la imagen termo electrónica permite juzgar sobre la homogeneidad de la porosidad volumétrica. El análisis de las imágenes deja deducir que las muestras fabricadas con corrientes bajas, producen una distribución de poros bastante homogénea en comparación de las muestras producidas con corrientes de anodización de 60 mA, lo que hace prever que el proceso de fabricación se debe realizar a bajas corrientes y mayores tiempos de tratamiento.

jcmosquera@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** caracterización foto-térmica, distribución de portadores, silicio poroso.

OF2010

## VÓRTICES ÓPTICOS EN SISTEMAS PERIÓDICOS NO LINEALES: RED DE LIEB

*Jorge Andres Castillo Barake - universidad del Atlántico*  
*Cristian Mejía Cortés - Universidad del Atlántico*

La propagación de información codificada ópticamente presenta un gran problema debido al fenómeno de difracción que sufren los haces ópticos. Esto crea la necesidad de diseñar sistemas que sean capaces de contrarrestar dicha tendencia. Entre los posibles candidatos para esta labor aparecen los sistemas no lineales, en los cuales se ha demostrado la existencia de soluciones sin

deformación alguna (solitones ópticos). La propagación de este tipo de soluciones viene modelada a través de la ecuación Schrödinger no lineal. En estos sistemas no lineales se puede evidenciar una periodicidad debido a variaciones en el índice de refracción. Algunos sistemas periódicos se han visto con un gran potencial debido a que pueden presentar en su estructura de bandas características capaces de propagar haces sin deformación alguna. En esta investigación se analizará un modelo que describa la evolución de haces ópticos en medios periódicos no lineales, descritos por un conjunto de guías de ondas acopladas entre sí. Este modelo corresponde a la versión discretizada del problema, donde la interacción en el interior del sistema es de corto alcance. En particular, se analizará la existencia y estabilidad de soluciones estacionarias tipo vórtice cuando la periodicidad del arreglo corresponde a una red cuadrada caracterizada por tres sitios en su celda unitaria: red de Lieb. Luego se implementará numéricamente la propagación de estas soluciones para corroborar su estabilidad, a través de la simulación de diferentes condiciones experimentales.

[jcastillobarake@gmail.com](mailto:jcastillobarake@gmail.com)

**Palabras claves:** vórtices ópticos, red de Lieb, difracción, sistemas no lineales.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## MEDICIÓN DE LA POSICIÓN DE UNA SUPERFICIE MEDIANTE LA VISIBILIDAD DE UN PATRÓN DE INTERFERENCIA

*Santiago Rueda Parra - Universidad Nacional de Colombia*

*Yobani Mejía Barbosa - Universidad Nacional de Colombia*

La distribución de irradiancia axial de un haz convergente difractado por una apertura no es siempre simétrica respecto al plano focal y depende del número de Fresnel del sistema. Esto conlleva a una alta incertidumbre en la determinación del enfoque óptimo en sistemas con número de Fresnel pequeño lo cual se conoce en la literatura como profundidad de foco. Como un avance en la determinación del enfoque óptimo se utilizó un interferómetro de división de frente de onda. Distintos métodos para analizar patrones de interferencia desenfocados, basados en la visibilidad de las franjas, se proponen. Se encontró que la incertidumbre disminuye considerablemente al comparar resultados obtenidos con un agujero contra los que se obtienen al usar arreglos de múltiples agujeros colineales. Esto permite determinar posiciones axiales con una alta precisión. El trabajo presentado está enmarcado dentro del Grupo de Óptica Aplicada (GOA) de la Universidad Nacional de Colombia y representa un avance en el proyecto del grupo: Desarrollo de un palpador óptico. Los resultados aquí presentados se pueden extender a dos dimensiones para medir la topografía de superficies reflectoras, o a la medición de índices de refracción de láminas semitransparentes.

sruedap@unal.edu.co

**Palabras claves:** interferencia; visibilidad; profundidad de foco.

OF216O

## CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ÓPTICAS DE ALGUNOS MATERIALES A PARTIR DE MEDIDAS DE ELIPSOMETRÍA ESPECTRAL

*John Fredy Medina Escobar - Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Cesar Aurelio Herreño Fierro - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

La elipsometría es una técnica de análisis óptico en la que se analiza el cambio del estado de polarización de un rayo de luz que incide sobre un material. Esta técnica no-destructiva es muy sensible a la presencia de finas capas de algunos cuantos angstroms ( $\text{\AA}$ ). El análisis elipsométrico proporciona información de materiales tales como conductividad eléctrica, cristalinidad, composición química, constantes ópticas de materiales, espesores de las películas delgadas, anisotropía, band-gap óptico, gradiente y morfología. El cambio en el estado de polarización de la luz incidente y reflejada se determina por los ángulos elipsométricos ( $\Psi$ ,  $\Delta$ ), los cuales están vinculados con parámetros físicos que caracterizan el material en estudio. En este trabajo se presenta un programa en el ambiente MATLAB® que a partir de medidas de elipsometría espectral ( $\Psi$  y  $\Delta$ ) de algunos materiales, y modelos de interacción de la luz con la materia (modelo de Drude, modelo de Lorentz), permite calcular las constantes ópticas de dichos materiales, así como los parámetros de estructura y rugosidad de sistemas multicapas.

jfmedinae@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** elipsometría espectral; matlab®.

OF218P

## **PUREZA ESPACIAL Y ESPECTRAL DE FOTONES ANUNCIADOS PRODUCIDOS POR CONVERSIÓN PARAMÉTRICA ESPONTÁNEA DESCENDENTE**

*Anamaría García Hernández - Grupo de Óptica e Información Cuántica (GOIC),  
Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*  
*Karen Milena Fonseca Romero - Grupo de Óptica e Información Cuántica  
(GOIC), Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia*

El estado de un par entrelazado de fotones (conocidos como signal e idler) producidos por Conversión Paramétrica Espontánea Descendente es descrito utilizando la función modal. Si aproximaciones gaussianas son aplicadas sobre esta función, el estado bifotónico, la matriz densidad y las matrices densidad reducidas tienen una forma gaussiana. Detectar uno de los dos fotones entrelazados define el proceso de anunciamento. Usando el método reportado en [1,2] una ecuación simple para la pureza espacial y espectral de cada fotón anunciado se encuentra y se analiza, utilizando características de las distribuciones asociadas a los fotones entrelazados y de bombeo. Referencias 1. J. Flórez, O. Calderón, A. Valencia, and C. I. Osorio, “Correlation control for pure and efficiently generated heralded single photons,” *Phys. Rev. A* 91, 013,819 (2015). 2. C. I. Osorio, A. Valencia, and J. P. Torres, “Spatiotemporal correlations in entangled photons generated by spontaneous parametric down conversion,” *New Journal of Physics* 10, 113,012 (2008).

**Palabras claves:** spdc, pureza espacial, pureza espectral, fotón anunciado.

OF2200

## METASUPERFICIAS TRANSPARENTES PARA DEFORMAR EL FRENTE DE ONDA

*Manuel A. Londoño - Universidad Nacional de Colombia  
Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

En este trabajo se estudia numéricamente una metasuperficie transparente que proporciona un gradiente tangencial del salto de fase  $\phi$  del campo electromagnético. Más concretamente, la metasuperficie diseñada presenta un gradiente constante en la dirección tangencial  $x$ , por lo cual es capaz de refractar una onda electromagnética incluso cuando está rodeada de vacío; fenómeno conocido como refracción anómala. La ley de refracción de Snell toma la siguiente forma generalizada:  $n_2 * \sin(\theta_2) - n_1 * \sin(\theta_1) = (\lambda/2\pi) d\phi/dx$ , donde  $n_1$  y  $n_2$  son los índices de refracción de las dos regiones separadas por la metasuperficie,  $\theta_2$  y  $\theta_1$  son los ángulos de refracción e incidente,  $\lambda$  es la longitud de onda y  $d\phi/dx$  es la tasa de variación del salto de fase a lo largo del eje  $x$ . La ley de Snell convencional habría tenido un cero en el término de la derecha. Dicho término es el responsable del fenómeno de refracción anómala. Para explicarlo fácilmente, consideramos incidencia normal ( $\theta_1=0$ ) sobre una metasuperficie rodeada de vacío por ambos lados, entonces la ley de Snell generalizada queda como:  $\sin(\theta_2) = (\lambda/2\pi) d\phi/dx$ . En este trabajo presentaremos una

metasuperficie periódica cuya celda unidad está compuesta por 12 elementos resonantes levemente diferentes, cada uno de ellos proporcionando un salto de fase distinto que varía de  $30^\circ$  en  $30^\circ$ , de tal manera que ordenados en fila dan lugar al fenómeno de refracción anómala. Es importante notar que controlando el gradiente  $d\phi/dx$ , se podría controlar completamente la forma del frente de ondas para así elaborar lentes planas y delgadas.

jdbaenad@unal.edu.co

**Palabras claves:** metasuperficie, refracción anómala.

OF2230

## **MEDIOS ZURDOS DE BANDA DE FRECUENCIA ANCHA BASADOS EN CINTAS METÁLICAS ESCALONADAS PERIÓDICAS**

*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

Con el fin de fabricar metamateriales homogeneizables, usualmente se desea disponer de celdas unidad eléctricamente pequeñas. Las limitaciones prácticas de fabricación suelen limitar el tamaño de la celda unidad a valores por encima de  $\lambda/10$ , donde  $\lambda$  es la longitud de la onda electromagnética incidente. Además, la experiencia ha demostrado que el uso de resonadores que son modelables como circuitos LC proporciona anchos de banda muy pequeños (entre 5% ó 10% relativo a la frecuencia central). Estas desventajas son comunes a muchos de los resonadores utilizados en el diseño de metamateriales, como el SRR, la partícula omega, el resonador en forma de U, etcétera. Para



evitar estas desventajas, los resonadores del tipo LC podrían ser reemplazados por cintas metálicas rectas cuya longitud sea igual a la longitud de onda. Para lograr que la celda sea mucho menor que la  $\lambda$ , y por tanto el medio artificial sea homogeneizable, cada cinta es doblada varias veces en forma escalonada. En el ejemplo que se mostrará la cinta posee 10 escalones de manera que la cinta es 10 veces más larga que la celda unidad, así que en resonancia el tamaño eléctrico de la celda es de  $\lambda/10$ . Es importante notar que la reducción del tamaño de celda en comparación con la longitud de onda no estaría limitado de una forma fundamental si introducimos un número indefinidamente grande de escalones por cinta. Finalmente, siguiendo esta técnica se ha diseñado un medio zurdo (permitividad y permeabilidad ambas negativas) con un ancho de banda relativo de 37% y una celda de tamaño de  $\lambda/10$ .

jdbaed@unal.edu.co

**Palabras claves:** metamaterial, medio zurdo.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## MEASUREMENT OF THE ENTANGLED TWO-PHOTON ABSORPTION CROSS SECTION IN ORGANIC MOLECULES

*Juan Pablo Villabona Monsalve -*

*Omar Calderón Losada - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes*

*Mayerlin Nuñez Portela - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes*

*Alejandra Valencia - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes*

The time-frequency correlations of the entangled photons pairs generated via Spontaneous Parametric Down Conversion (SPDC) allowed for the study of nonlinear processes in different samples. In particular, two-photon transitions in atoms and molecules can be driven with entangled photons using a remarkable low photon flux ( $\approx 10^4$  photons/s). Here we report on an experiment that enables to measure the entangled two photon absorption (ETPA) cross sections at 808 nm for the molecules Rhodamine B and Zinc Tetraphenylporphyrin at different concentrations. The entangled photons are produced in a BBO crystal pumped with a low power cw laser. The proposed setup opens a possibility to develop new spectroscopic techniques. These experiments can also improve the signal to noise ratio while measuring small quantities, and the low photon flux reduces the photo-destruction probability of the sample in comparison with conventional two-photon absorption techniques.

m.nunez@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** two photon absorption, entangled photons, spontaneous parametric down conversion.

OF243P

## RESTRICCIONES TEÓRICAS PARA LOS COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN Y REFLEXIÓN DE METASUPERFICIES DELGADAS

*Laura M. Pulido-Mancera - Duke University*  
*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

Las superficies selectivas en frecuencia (SSF) han sido estudiadas extensivamente desde 1960 para el rango de frecuencias de microondas. Desde entonces, las técnicas de simulación numérica en electromagnetismo han sido de gran utilidad para el cálculo de los parámetros de scattering de estas estructuras. También se han utilizado métodos de impedancia superficial que, o bien permiten una aproximación analítica, o bien simplifican las simulaciones numéricas. Las SSFs han sido utilizadas como filtros, polarizadores, filtros angulares, convertidores de polarización y otras aplicaciones. En la actualidad se habla de metasuperficies cuando se diseña una SSF a partir de una celda mucho más pequeña que la longitud de onda, de modo que cada celda puede ser modelada como un dipolo eléctrico o magnético o ambos a la vez. Esto ha aumentado la funcionalidad de este tipo de estructuras permitiendo, por ejemplo, realizar lentes planas mediante la variación gradual de los elementos de la superficie. Debido al desarrollo de este tema y a su interés práctico, es importante establecer las restricciones que deben satisfacer los coeficientes de

transmisión y reflexión. En este trabajo, partiendo de fundamentos básicos de conservación de energía, condiciones de frontera de los campos y el teorema de reciprocidad, hemos establecido un conjunto de útiles restricciones que no pueden ser violadas. En este estudio también han sido incluidos los efectos de polarización cruzada. Particularmente se han validado las restricciones mediante la simulación de metasuperficies hechas de figuras espirales y de resonadores de anillos abiertos. Igualmente se han estudiado sus pantallas complementarias, resultantes de intercambiar las zonas de aire y metal.

jdbaenad@unal.edu.co

**Palabras claves:** metasuperficie, superficie selectiva en frecuencia, polarización cruzada.

OF2520

## ESTUDIO COMPARATIVO DE LA DE DINÁMICA CUÁNTICA DE UN SISTEMA DE DOS QUBITS-CAVIDAD CON (SIN) INTERACCIÓN FONÓNICA

*Johan Buriticá - Universidad del Quindío*  
*Edgar Gomez - Universidad del Quindío*  
*Herbert Vinck-Posada - Universidad Nacional*

En este trabajo se presenta el estudio de la dinámica cuántica de dos puntos cuánticos de dos niveles acoplados a una cavidad semiconductor con (sin) la presencia de mecanismos decoherentes mediados por fonones. El propósito fundamental de este estudio teórico es evidenciar como la presencia de fonones puede

inducir cambios significativos en la dinámica cuántica de sistema de dos qubits inmersos en una cavidad semiconductor. Se asume que los qubits están acoplados a la cavidad por medio del modelo Jaynes-Cummings y sujeto a diferentes canales de de-coherencia típicos de los sistemas cuánticos abiertos tales como: bombeo incoherente, pérdida de fotones de la cavidad y emisión espontánea. Se estudia la dinámica cuántica en el contexto del formalismo de la ecuación maestra en su forma Markoviana. Se encuentra una fuerte evidencia de los efectos inducidos por fonones en la dinámica del sistema y el grado de entrelazamiento cuántico entre los qubits.

eagomez@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** dinamica cuántica, fonones, qubits, jaynes-cummings.

OF2560

## **TRANSPARENCIA ELECTROMAGNÉTICA INDUCIDA POR MECANISMOS FONONICOS EN UN SISTEMA MICROCAVIDAD-PUNTO CUÁNTICO**

*Johan Buriticá - Universidad del Quindio*

*Edgar Gomez - Universidad del Quindio*

*Herbert Vinck-Posada - Universidad Nacional de Colombia*

Se realiza un estudio teórico sobre la influencia de un mecanismo de interacción fonón-fotón-excitón en un sistema conformado por un solo punto cuántico inmerso en una microcavidad semiconductor, y como este puede inducir el fenómeno de

transparencia electromagnetica inducida. El presente estudio se realiza en el contexto de los sistemas cuánticos abiertos y por ende se acopla el sistema cuántico a los canales de disipación típicos de estos sistemas, además se calcula la susceptibilidad lineal por medio del formalismo de teoría de campo medio y se evidencia claramente el fenómeno de transparencia electromagnetica inducida en una cavidad en el comportamiento de la susceptibilidad lineal.

eagomez@uniquindio.edu.co

**Palabras claves:** punto cuántico, transparencia electromagnetica inducida.

OF259P

## CARACTERIZACIÓN ÓPTICA DE HOJAS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH EN DIFERENTES ESTADOS DE SENESCENCIA

*Harol David Martínez-Hernández - Universidad del Quindío*

*Andrés Medina-Herrera - Universidad del Quindío*

*Angélica Marcela Castillo-Paz - Universidad del Quindío*

*Liliana Tirado-Mejía - Grupo de Optoelectrónica, Universidad del Quindío*

La especie *Guadua Angustifolia Kunth* ha sido ampliamente utilizada en diferentes campos de la ciencia e ingeniería gracias a las propiedades físico-mecánicas del tallo como su alta flexibilidad. La composición química de las hojas secas de *Guadua Angustifolia Kunth* presenta compuestos fenólicos que hacen de ellas un material con actividad antioxidante. Además, las hojas verdes de diferentes especies vegetales han sido estudiadas

mediante radiación UV-B en donde se ha encontrado respuesta fluorescente azul y verde con máximos de intensidad en 450 y 530 nm, respectivamente; también presentan máximos de intensidad en 690 y 730 nm, asociados a la presencia de clorofila roja dentro de las hojas. En este trabajo se compara la respuesta fotoluminiscente de hojas de *Guadua Angustifolia* Kunth en diferentes estados de senescencia encontrando máximos de emisión para las hojas verdes en 685 y 736 nm y para las hojas amarillas solo en 683 nm; las hojas secas no presentan ningún máximo de emisión. Se estudiaron los espectros de emisión de cada hoja identificando la presencia de la clorofila debido a su emisión en el rojo para las hojas verdes y amarillas, y la ausencia de ella para las hojas secas. Estas mediciones se realizaron en un sistema de fotoluminiscencia en el visible, con cámara CCD y monocromador de 1 m de distancia focal. También se muestran los resultados de espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier del polvo de hojas verdes y de hojas secas sometidas a 105 °C durante cinco días, con molienda mecánica y tamizado hasta tamaño de partículas de 500  $\mu\text{m}$ , identificándose los grupos funcionales.

hdmartinezh@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** fotoluminiscencia; espectroscopia ftir; *guadua angustifolia kunth*; senescencia.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **SENSIBILIDAD AL ENTORNO DIELECTRICO DE LAS PROPIEDADES PLASMÓNICAS DEL ORO**

*Anyi Ximena Rodriguez Rodriguez - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Paola Quiroga - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Cesar Herreño Fierro - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

La detección bioquímica basada en resonancias plasmónicas superficiales SPR (por sus siglas en inglés), es una de las más prominentes aplicaciones de la plasmónica, la cual se basa en el confinamiento de ondas electromagnéticas en la superficie de un metal fuertemente acopladas a oscilaciones colectivas de los electrones libres del mismo llamadas plasmones superficiales. El fuerte confinamiento de estas resonancias a la superficie del metal explica su excepcional sensibilidad a los cambios en el entorno dieléctrico y constituye el mecanismo de detección que ampliamente se utiliza hoy día en aplicaciones como biomedicina, detección de patógenos o en terapias alternativas para tratamientos de cáncer. En este trabajo se presenta un estudio de la sensibilidad al entorno dieléctrico de las resonancias plasmónicas en películas de oro. El sistema consiste en una película de oro de 38 nm de espesor crecida sobre sustrato de vidrio que es iluminada en condiciones de reflexión interna total (configuración de Kretschmann) con un láser de 533 nm. Sobre el sistema se considera una capa de SiO<sub>2</sub> de espesor variable que simula los cambios en el entorno dieléctrico y permite evaluar el principio de detección reflectométrica. El análisis consiste en calcular la evolución de la dependencia angular de la reflectancia del sistema



como función del espesor del SiO<sub>2</sub>. El problema de propagación de la luz en este sistema es tratado con el método de matriz de transferencia, con el que se calcula la reflectancia de la estructura. Los resultados son contrastados con resultados experimentales y permiten obtener el límite de detección de la estructura. Adicionalmente se sugiere un modelo de sensibilidad para explicar el corrimiento angular de la reflectancia en este sistema y así cuantificar la sensibilidad de la estructura.

axrodriguezr@correo.udistrital.edu.co

**Palabras claves:** sensórica spr, plasmones superficiales.

OF2670

## MODELAMIENTO DEL DESORDEN EN SISTEMAS FOTÓNICOS NATURALES

*Claudia Patricia Barrera Patiño - Universidad Nacional de Colombia*  
*Rafael Ramón Rey González - Universidad Nacional de Colombia*

Modelamiento del desorden en sistemas fotónicos naturales C. P. Barrera-Patiño and R. R. Rey-González. Universidad Nacional de Colombia - Bogotá, Departamento de Física, Grupo de Óptica e Información Cuántica, Cra. 30 No. 45-03 Edificio 405 Of. 207 Ciudad Universitaria, Código Postal 111321, Bogotá, Colombia Desde el descubrimiento de los materiales fotónicos se han generado grandes expectativas por sus numerosas posibilidades de aplicaciones tecnológicas. De hecho, en la naturaleza abundan ejemplos variados sobre el uso de los efectos fotónicos, tanto por animales, vegetales y aún minerales. Por ejemplo, la mariposa

colombiana *Morpho cypris* es una especie que exhibe iridiscencia, un efecto comúnmente asociado con propiedades fotónicas. La superficie de las alas de esta especie se puede modelar como un material fotónico unidimensional formado por la alternancia de capas de aire y quitina. No obstante, este no es material perfectamente ordenado y por el contrario exhibe desorden estructural debido a la variación del ancho de las capas de aire y quitina. En el presente trabajo se presenta un estudio teórico del efecto del desorden estructural en las propiedades de transmisión de la luz al considerar las alas de dicha especie como un material fotónico natural. Usando la matriz transferencia se calcula la propagación de la luz considerando tanto el sistema ordenado como desordenado. Adicionalmente, mediante la aproximación de ondas planas se encuentra la estructura de bandas del sistema ordenado e ideal. Nuestros resultados predicen la desaparición de la estructura de bandas para variaciones aleatorias superiores al 10% del ancho de una de las capas.

cpbarrerap@unal.edu.co

**Palabras claves:** sistemas fotónicos naturales, *morpho cypris*, iridiscencia, desorden en sistemas fotónicos.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## LA FUNCIÓN DE GREEN ELECTROMAGNÉTICA PARA AISLANTES TOPOLÓGICOS

*Jorge Luis Portillo - Universidad del Valle*  
*Juan Carlos Granada - Universidad del valle*

En consonancia con la frase del físico George Gamow "Hoy en día la topología está por doquier en física", en física del estado sólido tenemos materiales con fases topológicas, entre los que destacan los aislantes, los superconductores y los semimetales topológicos, en los cuales tiene lugar una variedad de fenómenos descritos en teoría cuántica de campos, tales como el efecto Aharonov–Bohm, el efecto Casimir, los monopolos magnéticos o las anomalías gauge. Para este trabajo nos centraremos en la descripción de los estados de contorno de dichos materiales para el caso del campo electromagnético, para lo cual incluiremos un término topológico (Lagrangiano de Axion) que nos re-estructura las ecuaciones de Maxwell y la ecuación no homogénea de Helmholtz para los potenciales del campo. La forma de resolver dicha ecuación es usar las funciones de Green, las cuales han sido una gran herramienta para resolver sistemas de ecuaciones diferenciales sometidos a alguna perturbación. La idea principal es mostrar cómo se pueden emplear dichas funciones en una ecuación de Helmholtz que tiene un término adicional que depende de las propiedades topológicas del material; para ello es necesario el cálculo de los respectivos coeficientes de Fresnel de reflexión y transmisión, los cuales experimentan una re-estructuración asociada a las propiedades topológicas del sistema. Agradecimientos: Este trabajo es parte del

proyecto de investigación 1106-712-49884 (contrato No.264-2016), financiado por COLCIENCIAS (FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS").

luisportillo3@gmail.com

**Palabras claves:** topología, ecuaciones de maxwell, no-homogénea, helmholtz, función de green, axion, estados de contorno, término topológico, fresnel, reflexión, transmisión.

OF272P

## MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA DE ANUNCIAMIENTO Y LA PUREZA DE UNA FUENTE DE FOTONES INDIVIDUALES ANUNCIADOS.

*John Fredy Suárez Pérez - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes, A.A. 4976, Bogotá D.C., Colombia*

*Mayerlin Nuñez Portela - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes, A.A. 4976, Bogotá D.C., Colombia*

*Alejandra Catalina Valencia González - Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes, A.A. 4976, Bogotá D.C., Colombia*

En óptica no lineal, la producción de fotones enredados es un tema de investigación llamativo debido a sus aplicaciones en computación cuántica, imagen cuántica, procesamiento de información cuántica y otros. uno de los mecanismos mediante el cual se obtienen fotones enredados es llamado “conversión paramétrica espontánea descendente” en donde el par de fotones producidos se encuentran correlacionados en frecuencia y espacio. Debido a la correlación existente entre este par de fotones, cuando

uno es detectado anuncia la llegada del otro, es así como la fuente se puede usar como una fuente de fotones individuales anunciados (HSPS, Heralded Single Photon Source, en inglés). La eficiencia de anunciamiento y la pureza de la HSPS es función del grado de correlación de los pares de fotones. Mediante el uso de filtros espectrales se puede modificar esta correlación y de esta forma medir la eficiencia de anunciamiento y la pureza de la HSPS. En este trabajo se hace un estudio del fenómeno descrito y se muestran algunos resultados experimentales de la correlación en frecuencia a través de la medición del espectro conjunto de pares de fotones y cómo, mediante el uso de filtros espectrales, éste espectro es controlado, evidenciando el comportamiento de la eficiencia de anunciamiento y la pureza de la fuente.

jf.suarez@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** correlación en frecuencia de pares de fotones enredados, conversión paramétrica espontánea descendente, heralded single photon source.

OF296P

## ESTUDIO DE AUTO-IMÁGENES CON REJILLA UNIDIMENSIONAL DE GRAN DENSIDAD

*Emiro Arrieta - Universidad Popular del Cesar*

*Cesar Torres - Universidad Popular del Cesar*

*Nestor Bolognini - Centro de Investigaciones Ópticas*

H. Fox Talbot en 1836 fue el primero en observar la periodicidad longitudinal del campo electromagnético difractado por una red de

difracción en la dirección de propagación, es decir, obtuvo réplicas(o autoimagen) de esta red. Este fenómeno se ubicado desde su origen en la óptica Gaussiana, pero cuando la longitud de onda es comparable con el periodo del objeto se considera que el efecto Talbot(o fenómeno de auto-imagen) entra en su régimen no paraxial. En esta contribución se presenta un estudio teórico y experimental de este fenómeno a nivel no paraxial, para ello se utiliza como objeto periódico una red de amplitud unidimensional de periodo  $p=2\mu\text{m}$ , iluminada con una onda plana monocromática de amplitud unitaria y longitud de onda  $\lambda=0,616\ \mu\text{m}$ .

earrietajimenez@yahoo.es

**Palabras claves:** efecto talbot, red de amplitud unidimensional, onda plana.

OF2970

### 3D RECONSTRUCTION WITH TEXTURE OF COLEOPTERA USING STRUCTURED LIGHT.

*Viviana Marcela Calderón Marín - Instituto Tecnológico Metropolitano  
Nilssen Steban Marín Rojo - Instituto Tecnológico Metropolitano  
Carlos Andrés Madrigal González - Instituto Tecnológico Metropolitano  
Alejandro Restrepo Martínez - Universidad Nacional de Colombia  
John Willian Branch Bedoya - Universidad Nacional de Colombia*

The preservation of insect specimens in museums is a complex task. For this reason, in the largest museums in the world have chosen to digitize insect collections using 2D images or in some cases using 3D reconstruction systems. In this work, we propose the use of a structured light system to obtain textured 3D

reconstruction of some samples from the Coleoptera collection of the ITM Museum. The calibration of our structured light and stereo vision system is done to find intrinsic, extrinsic parameters and transformation matrices. Coded patterns are projected using a Digital Light Processing DLP; with them depth data of specimens are measured. Finally, using a texture overlay technique, color information is integrated into the 3D model. In the experimental tests, five models of coleoptera of the family of the copropagos are analyzed. The qualitative evaluation shows that our methodology can be useful for the digitization of these and other specimens

carlosmadrigal@itm.edu.co

**Palabras claves:** 3d reconstruction, structured light, coleoptera, digitize insect collections.

OF302P

## MEDICIÓN DEL EFECTO HONG-OU-MANDEL EN UNA FUENTE DE FOTONES ENREDADOS

*Sergio Gutierrez - Laboratorio de Optica Cuántica, Universidad de los Andes, A.A. 4976, Bogotá D.C., Colombia*

*Mayerlin Nuñez Portela - Laboratorio de Optica Cuántica, Universidad de los Andes, A.A. 4976, Bogotá D.C., Colombia*

*Alejandra Catalina Valencia Gonzalez - Laboratorio de Optica Cuántica, Universidad de los Andes, A.A. 4976, Bogotá D.C., Colombia*

En los últimos años se ha estudiado el proceso de absorción de dos fotones usando fuentes de luz no clásicas. En particular, se ha demostrado experimentalmente que la absorción de dos fotones enredados es mucho mayor que la absorción de dos fotones no

correlacionados. En este trabajo se construyó una fuente de fotones enredados producidos a partir de un proceso de conversión paramétrica espontánea o SPDC usando un láser de diodo CW y un cristal BBO tipo I. Se efectuó una caracterización de la distribución espacial de los fotones producidos seleccionando la configuración colineal y se midió el espectro conjunto para estudiar las correlaciones en frecuencia. Con esta fuente de luz, se construyó un interferómetro y se midió el efecto Hong-Ou-Mandel introduciendo un retraso temporal en uno de los brazos del interferómetro. El estudio del espectro conjunto de pares de fotones y del efecto Hong-Ou-Mandel a partir de retrasos temporales entre pares serán utilizados en experimentos de absorción de dos fotones.

ss.gutierrez10@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** conversión paramétrica espontánea, pares de fotones, hong-ou-mandel.

OF314P

## **ESTUDIO DE LOS TENSORES DE POLARIZABILIDAD PARA RESONADORES PLANOS EN EL INFRARROJO**

*Ana C. Escobar - Universidad Nacional de Colombia*

*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*

Para muchos fines el comportamiento electromagnético de una partícula puede caracterizarse por medio de sus momentos dipolares. Esto es útil en particular para partículas pequeñas en comparación con la longitud de onda. En este trabajo estamos particularmente interesados en el uso de partículas metálicas



nanométricas funcionando en régimen plasmónico, las cuales son excitadas por ondas electromagnéticas planas en el rango de frecuencias del infrarrojo. Este estudio está motivado por la utilización común de estos resonadores en la construcción de metamateriales en el rango infrarrojo. Se realiza un estudio de simulación numérica de los tensores de polarizabilidad electromagnéticos de partículas resonantes en un rango de frecuencias dentro del infrarrojo, siguiendo el siguiente procedimiento. Primero se emplea el método de los momentos (MoM) para dieléctricos homogéneos. Haciendo uso del principio de equivalencia superficial, se pueden obtener las corrientes superficiales eléctricas y magnéticas sobre la partícula. Segundo, realizando algunas integrales de estas densidades de corriente, se pueden obtener los dipolos eléctrico y magnético equivalentes de la partícula. Los pasos anteriores se realizan de igual manera para seis simulaciones distintas con seis ondas planas linealmente independientes, correspondientes a las tres direcciones de propagación ortogonales y a los dos estados de polarización independientes. Tercero, tomando una aproximación lineal entre los campos y los dipolos, se encuentra un sistema de ecuaciones lineales que permite despejar el tensor de polarizabilidades del resonador. Este estudio se presenta en función de la frecuencia, dado el interés de estudiar resonadores.

jdbaenad@unal.edu.co

**Palabras claves:** plasmónica, metamaterial, resonador.

## PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES DEL MICROSCOPIO DE CAMPO DE LUZ Y MÉTODO PARA MEJORAR LA RESOLUCIÓN AXIAL DE ESTE

*Diego Alberto Castro - Universidad de los Andes*

Se implementa un procedimiento para la reconstrucción 3d de imágenes obtenidas con un microscopio de campo de luz. Este tipo de microscopio permite obtener el campo de luz de un volumen con una única exposición de la cámara del microscopio. A partir de este campo de luz se pueden realizar reenfoques de distintos planos y con esto se realiza una reconstrucción 3d haciendo uso de una deconvolución de los distintos planos obtenidos. Presentamos resultados de estos métodos en muestras microscópicas fluorescentes con un nuevo método que mejora su resolución axial.

da.castrom@uniandes.edu.co

**Palabras claves:** microscopio, campo de luz, resolución, 3d.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## DINÁMICA ÁTOMO-CAMPO EN CAVIDADES QED DISIPATIVAS, APROXIMACIÓN ADIABÁTICA, LÍMITE SEMICLÁSICO Y MAS ALLÁ.

*Efraín Molano Parra - Universidad Nacional de Colombia*  
*Karen Milena Fonseca Romero - Universidad Nacional de Colombia*

La decoherencia y la disipación generalmente estropean el carácter unitario de la dinámica cuántica e inducen errores en proceso de computación cuántica. Recientemente, se ha observado que la disipación y la decoherencia pueden desempeñar un papel positivo en el objetivo de las manipulaciones cuánticas coherentes. La dinámica disipativa puede, en principio, ser adaptada para la preparación de estados cuánticos. En este trabajo se investiga numéricamente y analíticamente los regímenes cuántico y clásico de una cavidad QED disipativa y con bombeo coherente, mediante el acople en resonancia de un átomo de dos niveles a uno de sus modos. Se elige cuidadosamente una imagen de interacción desplazada, donde el término de forzamiento del hamiltoniano desaparece y queda convertido en un término de interacción de un átomo con un campo clásico. Se explora numéricamente la dinámica variando parámetros como forzamiento y disipación. La evolución del sistema átomo-campo muestra que para tiempos largos se producen estados estacionarios, que sugiere una aproximación adiabática donde el estado se puede separar en una parte relevante y otra irrelevante, que resulta de la proyección del estado global en un subespacio del campo. A pesar de que no se modela disipación atómica, se halla una dinámica efectiva para el

átomo a largo plazo que se rige por un hamiltoniano proyectado que simula una ecuación de Lindblad con una tasa de decaimiento efectiva para el átomo, que puede ser utilizada para la preparación a nuestro antojo de un estado estacionario del átomo variando parámetros como forzamiento y disipación. A partir de esto se podría proponer un método probabilístico para preparar un estado sin requerir un control preciso del tiempo de la evolución del sistema ni del estado atómico inicial.

emolanop@unal.edu.co

**Palabras claves:** cavidades qed, límite semiclásico, dinámica cuántica, sistemas abiertos.

OF376P

## REVISIÓN DEL PRINCIPIO DE BABINET EN PLASMÓNICA

*Julián D. Ortiz - Universidad San Buenaventura*  
*Juan D. Baena - Universidad Nacional de Colombia*  
*Vicente Delgado - Universidad de Sevilla*  
*Ricardo Marqués - Universidad de Sevilla*  
*A. Enemu - The City College of New York*  
*Jonah Gollub - Duke University*  
*Roman Akhmechet - Phoebus Optoelectronics*  
*Boyan Penkov - Columbia University*  
*Chris Sarantos - Phoebus Optoelectronics*  
*David T. Crouse - The City College of New York*

Aunque el principio de Babinet es ampliamente utilizado en óptica, éste puede ser sólo demostrado de forma rigurosa para casos de pantallas complementarias de conductor perfecto y de espesor

infinitesimalmente delgado. En este trabajo nosotros generalizamos el teorema de Babinet a metamateriales plasmónicos 2D, redefiniendo el concepto de pantallas complementarias y encontrando nuevas relaciones entre las impedancias superficiales de ambas pantallas. Con el fin de realizar una validación experimental, hemos estudiado el comportamiento de unos resonadores frecuentemente utilizados en el desarrollo de metamateriales: el resonador de anillo cortado (SRR, de sus siglas en inglés) y su complementario (C-SRR). Las muestras fabricadas son periódica, con un periodo que barre de 500 nm a 2000 nm y sus frecuencias de resonancia se encuentran en el rango de 20 THz a 200 THz. Los resonadores fueron realizados en plata sobre un sustrato de cristal de silicio. El ancho de las pistas de plata y de las ranuras varió de 200 nm, para las estructuras de mayor periodicidad, a 50 nm, para las de menor periodicidad. Las geometrías fueron elegidas de tal manera que una era un reescalamiento de otra, es decir, todas guardan las mismas proporciones relativas. De esta manera, además de validar el teorema generalizado de Babinet, pudimos demostrar experimentalmente un fenómeno de saturación de la frecuencia de resonancia conforme se reescalen los resonadores a tamaños menores. Nuestra teoría podría ser aplicada en la teoría de nanocircuitos ópticos.

[jdbaed@unal.edu.co](mailto:jdbaed@unal.edu.co)

**Palabras claves:** principio de babinet, resonador de anillo cortado.

## MODOS PLASMÓNICOS EN SISTEMAS MULTICAPAS

*Liseth Daniela Palencia Barrera - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*César Aurelio Herreño Fierro - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Yerson León Montañez - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Los plasmones superficiales son oscilaciones colectivas de los electrones libres de un metal fuertemente confinadas a la superficie y excitadas por el campo eléctrico de una onda electromagnética [1-3]. La excitación de los modos plasmónicos en estructuras metálicas continuas es posible mediante configuraciones ópticas que permiten el acoplamiento de una onda evanescente incidente con los plasmones superficiales. En este proceso, el acoplamiento de estas excitaciones con un campo electromagnético da lugar a los llamados plasmones polaritón. Las propiedades extraordinarias de estas excitaciones se deben fundamentalmente a su fuerte confinamiento superficial y al acoplamiento con la radiación incidente. Los desarrollos en el campo de la plasmónica requieren de la caracterización de estas resonancias en estructuras elaboradas (multicapa), en donde se ha podido demostrar el control de la respuesta óptica efectiva de las estructuras como resultado de la manipulación de las propiedades de los plasmones superficiales que se puede lograr al variar parámetros de la estructura y la proporción de los materiales que la constituyen. El estudio de modos plasmónicos en estructuras elaboradas de este tipo tiene una extensión experimental y teórica que van de la mano, puesto que su contraste permite mejorar algunos parámetros en las estructuras e incluso admite estrategias de diseño de estructura que viabilicen

las aplicaciones. El desarrollo de este tipo de trabajo muestra que los modos acoplados de plasmón- polaritón (SPP) excitados en multicapas pueden ser analizados mediante técnicas como la espectroscopía de pérdida de energía, obteniendo relaciones de dispersión que fueron comparadas con relaciones predichas mediante cálculos mediante la fórmula de Kröger, donde se encontraba que la relación de dispersión de los modos acoplados SPP es sensible al espesor de cada película. Estos modos se modelan usando el método de la matriz de propagación, dando cuenta que uno de sus elementos permite obtener la relación de dispersión [2-5]. Este trabajo muestra un tratamiento teórico de la dependencia angular y espectral de la reflectancia en sistemas multicapa de metales nobles y dieléctricos en condiciones de reflexión interna total (configuración Kretschmann), donde tienen lugar la excitación de plasmones superficiales. El problema de propagación de la luz en este tipo de estructuras es tratado con el método de matriz de transferencia, con el que pueden obtenerse por cálculo iterativo los valores de la reflectancia, transmitancia y absorbancia de la estructura [1]. El trabajo incluye una serie de estudios en los que sistemáticamente se controlan los parámetros de estructura para caracterizar las resonancias plasmónica excitadas, así como su evolución en función de tales parámetros. Los resultados permiten identificar la excitación de diferentes modos plasmónicos que derivan una respuesta óptica efectiva controlable, con potencial de aplicación al diseño de materiales.

Referencias [1] Y. León Montañez, Plasmones Superficiales en Estructuras Multicapa de Metales Nobles. Monografía Universidad Distrital Francisco José de Caldas, (2017). [2] T. J. Davis. Optics Communications, 282: 135 - 140 (2009). [3] S. A. Maier,

Plasmonics: fundamentals and applications. Springer Science & Business Media, (2007). [4] T. Christensen. From Classical to Quantum Plasmonics in Three and Two Dimensions. Springer Science & Business Media. (2017). [5] H. Saito, K. Namura, M. Suzuki and H. Kurata. Microscopy, 1-9 (2013).

caherrenof@udistrital.edu.co

**Palabras claves:** plasmones superficiales; sistemas multicapas.

OF386O

## DEPENDENCIA CON LA TEMPERATURA DE LOS MODOS LOCALIZADOS EN UN CRISTAL FOTÓNICO DIELECTRICO UNIDIMENSIONAL

*Sergio Esteban Herrera Álvarez - Universidad Surcolombiana*  
*Francis Segovia Chaves - Universidad Surcolombiana*

En el presente trabajo calculamos la dependencia con la temperatura de los modos localizados en espectro de transmitancia para un cristal fotónico unidimensional con doble defecto. La estructura considerada está formada por materiales de  $TiO_2$  y  $SiO_2$ . Haciendo uso del método de transferencia matricial para el caso de incidencia normal, se encuentra la presencia de dos modos defecto alrededor de la longitud de onda del diseño  $\lambda_0$ . Al tener en cuenta la dependencia con la temperatura del índice de refracción y de los espesores de los materiales que conforman el cristal, se encuentra un corrimiento a longitudes de onda mayores de los modos defecto a medida que se incrementa la temperatura,



debido al aumento en el contraste del índice de refracción del cristal.

francis.segoviac@gmail.com

**Palabras claves:** cristal fotónico unidimensional, método de la matriz transferencia, transmitancia.

OF3870

## CALCULO DE LA ESTRUCTURA DE BANDAS EN UN CRISTAL FOTÓNICO UNIDIMENSIONAL CON EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEPENDIENTE DE LA TEMPERATURA

*Jheison Lizcano Muñoz - Universidad Surcolombiana*  
*Francis Segovia Chaves - Universidad Surcolombiana*

Con el fin de estudiar en la estructura de bandas, el efecto de la variación con la temperatura y la longitud del defecto en un cristal fotónico unidimensional consistente en capas alternas de silicio y aire, se hizo uso del método de expansión en ondas planas. Se considera el índice de refracción del silicio como función de la temperatura y de la longitud de onda. Se encuentra la presencia de un modo localizado en el gap de frecuencias prohibidas al aumentar el espesor del defecto. Adicionalmente se encuentra un corrimiento del modo localizado a frecuencias bajas a medida que se incrementa la temperatura debido al incremento del contraste del índice de refracción.

francis.segoviac@gmail.com

**Palabras claves:** cristal fotónico unidimensional, método de expansión en ondas planas, estructura de bandas.

OF388P

## **DIFRACCIÓN DE VÓRTICES ÓPTICOS POR UNA ABERTURA ANGULAR**

*Zayda Reyes - Universidad Industrial de Santander*  
*Paula López - Universidad Industrial de Santander*  
*Ángela Guzmán - Universidad Nacional de Colombia*  
*Jesús Mendoza - Universidad Industrial de Santander*  
*Yezid Torres - Universidad Industrial de Santander*

Actualmente uno de los principales temas de investigación es el momento angular orbital (MAO) de la luz debido a su elevada aplicabilidad. Uno de los retos para el estudio de sus propiedades es cómo medir su carga topológica con precisión y sin restricción alguna. Varias técnicas comúnmente utilizadas con este propósito son interferometría, descomposición acimutal y radial, difracción por algún tipo de abertura como por ejemplo una abertura triangular. La difracción a través de aberturas ha sido estudiada por Jack et al. usando sectores circulares pero para haces Gaussianos (con MAO de orden nulo). Mediante una transformación de Fourier de la Gaussiana truncada muestran que el espectro MAO del haz transmitido tiene una envolvente en forma de seno cardinal centrada en el MAO de orden cero, y cuyo ancho aumenta a medida que el ángulo central del sector circular disminuye. En este trabajo se analiza numéricamente y experimentalmente el espectro MAO de un haz láser con carga topológica entera que es difractado por un sector circular. Variaciones del ángulo de apertura del mismo,

permiten observar los efectos sobre la distribución espectral MAO del haz difractado. Para generar el haz MAO incidente, se utiliza un modulador espacial de luz y se analiza el patrón de intensidad del haz difractado a medida que se propaga.

paolita0202@gmail.com

**Palabras claves:** momento angular orbital; difracción de fraunhofer; espectro mao; abertura en sector circular.

OF401P

## PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA EL ADELGAZAMIENTO DE FIBRAS ÓPTICAS TAPER

*Arnaldo Andres Betancourt Mendoza - Universidad Popular del Cesar*

*Kevin David Cudris Ospino - Universidad Popular del Cesar*

*Leonardo Diaz Marulanda - Universidad Popular del Cesar*

Las fibras ópticas adelgazadas constituyen un componente óptico indispensable en muchos dispositivos fotónicos con importantes aplicaciones en el área de sensores para la medición de diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos debido a sus propiedades de propagación. En esta investigación se implementó un prototipo para el adelgazamiento de fibras ópticas usando una técnica basada en el calentamiento por arco eléctrico. El estiramiento es controlado electrónicamente además de utilizar una cámara de microscopio que permite visualizar el estado del progreso del adelgazamiento de la fibra óptica. Este método se convierte en una herramienta útil, de fácil manejo y adquisición para la obtención de

estos tipos de fibra a un costo considerablemente inferior al comercial.

arnaldobetancourt@hotmail.com

**Palabras claves:** fibras ópticas, fibras taper, arco eléctrico.

OF406O

## **SCATTERING OF ELECTROMAGNETIC WAVES BY A SEMI-INFINITE DOPED TOPOLOGICAL INSULATOR IN THE PRESENCE OF SURFACE ROUGHNESS**

*Juan Carlos Granada Echeverri - Centro de Excelencia de Nuevos Materiales (CENM), Universidad del Valle*

In the frame of axion electrodynamics, a Green function formalism is developed for treating the interaction of an electromagnetic wave with the rough surface of a semi-infinite doped topological insulator. Explicit expressions for the components of the photon propagator are obtained, which take into account the non trivial topology induced by the presence of a non zero topological parameter. This formalism is applied to the determination of the cross sections for the scattering of TE and TM electromagnetic waves by the surface roughness. It is shown that the scattering of incident radiation of a given polarization induced by the surface roughness contain contributions which are quadratic functions of the of the rms deviation of the rough surface from a perfect plane and are linear functions of the topological parameter jump across the surface. Acknowledgements. This work is part of the research project 1106-712-49884 (contract No.264-2016), supported by

COLCIENCIAS (FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS").

juan.granada@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** topological insulators, photon propagator, scattering of electromagnetic waves.

OF409P

## CARACTERIZACIÓN ÓPTICA DE AMINOÁCIDOS EN SISTEMAS BIOLÓGICOS

*Daniela Muñoz Elorza - Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales*

*Blanca Isabel Florez Buitrago - Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales*

*Nelson Latorre Herrera - Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales*

En el presente trabajo se describe el estudio de los espectros de emisión y absorción de fluorescencia de los diferentes aminoácidos a trabajar, los cuales son Fenilalanina, Arginina y Tirosina; estos se encuentran presentes en diferentes sistemas biológicos y por lo cual fueron escogidos para su estudio. En primer lugar se estudian los aminoácidos en diferentes frutas (coco, manzana) usando la técnica de fluorescencia para la determinación de los espectros que presentan estas frutas dependiendo del aminoácido requerido, teniendo en cuenta las diferentes longitudes de onda del espectro en estas, y así analizar la respectiva cantidad de los aminoácidos presentes. En segundo lugar al determinar la cantidad de cada aminoácido que se encuentra presente en la muestra (fruta

seleccionada) se realizaran pruebas en sistemas biológicos humanos para la determinación de estos espectros en la epidermis (capa más externa de la piel) y así realizar diferentes pruebas en tejidos para la comparación de los espectros entre sí, teniendo como objetivo la detección temprana de tejido patológico (enfermos), como por ejemplo tejido cancerígeno.

damunozel@unal.edu.co

**Palabras claves:** optica, fluorescencia, aminoácidos.

OF414P

## REPRESENTACIÓN ESPACIO-FASE DE INTERFERENCIA Y DIFRACCIÓN

*Hernan Muñoz - ITM, Universidad Nacional de Colombia*

*Erick Reyes - ITM*

Nuestra visión de la óptica física basada en funciones de correlación de Wigner, permite describir fuentes de luz extendidas como la superposición de un número  $N$  de fuentes puntuales diferenciales que emiten campo óptico. Esta representación trasciende a una explicación más simple de las interacciones que pueden ocurrir en una fuente real emisora de luz, ya que se puede controlar la coherencia espacial de todas las posibles parejas de fuentes puntuales que poseen algún grado de correlación, logrando simular patrones de interferencia y difracción más reales, además de patrones exóticos bajo arbitrarias distribuciones de coherencia espacial. Es así como el grado complejo de coherencia espacial es la herramienta que permite sintonizar la superposición del campo

emitido por las fuentes puntuales en el plano de la apertura con el fin de obtener una distribución arbitraria de potencia en el plano de observación.

hernanmunoz8587@itm.edu.co

**Palabras claves:** espectro de clases, grado complejo de coherencia espacial, interferencia, difracción, representación espacio-fase.

OF421P

## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y DEL PH EN LAS PROPIEDADES MORFOLÓGICAS, ESTRUCTURALES Y ÓPTICAS DE PELÍCULAS DE SULFURO DE INDIRIO PREPARADAS POR DEPOSICIÓN DE BAÑO QUÍMICO (CBD)

*William Emilio Rodríguez Casas - Universidad de América*

*Jenny Paola Buitrago Gutiérrez - Universidad de América*

*William Andrés Vallejo Lozano - Universidad Nacional*

*Cesar Augusto Quiñones Segura - Universidad de América*

Síntesis de películas de sulfuro de indio ( $\text{In}_2\text{S}_3$ ) por la técnica de CBD (chemical bath deposition, por sus siglas en inglés), para ser usadas como capa buffer en una celda solar fotovoltaica. Se evaluó el efecto de la variación de la temperatura y del pH en las propiedades físicas de mencionadas películas. Las muestras se caracterizaron morfológicamente con microscopía de fuerza atómica, estructuralmente por difracción de rayos x y ópticamente con medidas de transmitancia y reflectancia espectral. Se encontró que las condiciones de síntesis favorables para la estandarización

del proceso de fabricación de placas buffer de In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> a escala laboratorio son: temperatura 70°C, pH 2.5, concentración de indio 25 mM, concentración de azufre 350 mM, y tiempo de deposición de 30 minutos.

jennybuitrago16@gmail.com

**Palabras claves:** hemical bath deposition; sulfuro de indio; películas delgadas; capa buffer.

OF4230

## EFFECTO DE UNA PELÍCULA DELGADA DE METAMATERIAL SOBRE EL MODO LOCALIZADO EN UN CRISTAL FOTÓNICO DIELECTRICO SIMÉTRICO DE FIBONACCI

*Gonzalo Becerra Orozco - Universidad de San Buenaventura Cali  
Juan Carlos Granada Echeverry - Universidad del Valle*

Se investigan los efectos de una película delgada dieléctrica (metamaterial) sobre el modo localizado de defecto en una estructura de cristal fotónico de Fibonacci, quasiperiódica unidimensional binaria, compuesta de dos materiales con índice de refracción positivo e índice de refracción negativo. Usando el método de la matriz de transferencia se calcula el coeficiente de transmisión y la ley de dispersión para la película, dispuesta en cuatro posibles configuraciones que presentan simetría especular, tanto para la polarización en los modos TE como TM. Con incidencia oblicua se obtienen numéricamente muchos picos del coeficiente de transmisión de forma perfecta (son iguales a la



unidad). Las oscilaciones de Fabry-Perot son re-estructuradas y se presentan bandas con una fuerte deflexión del coeficiente de transmisión por la presencia del cristal fotónico. Para el caso de la configuración de Fibonacci esta alteración se acentúa para los modos TM.

gbecerra@usbcali.edu.co

**Palabras claves:** fotónica, metamaterial, cristal fotónico.

OF4320

## **GENERATION OF HIGH DIMENSIONAL QUANTUM KEY BY COHERENCE MODULATION AT THE PHOTON-COUNTING LEVEL**

*Paula Andrea López - Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales GOTS, Escuela de Física. E3T, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander, A.A.678, 680002 Bucaramanga*

*Yezid Torres Moreno - Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales GOTS, Escuela de Física. Universidad Industrial de Santander, A.A.678, 680002 Bucaramanga*  
*William T. Rhodes - Department of Computer & Electrical Engineering and Computer Science. Florida Atlantic University, Boca Raton, Florida 33431*

Quantum Key Distribution (QKD) systems usually exploit the polarization of light to encode bit values, thus limiting to 1 bit the amount of information carried by each photon and placing serious limits on the error rates tolerated. Here we propose the use of two mutually unbiased bases for high-dimensional QKD that exploit the transverse structure and coherence properties of the light field, allowing for the transfer of more than 1 bit per photon. Our

proposed method employs coherence modulation with an orthonormal basis of time delays (TD) and the corresponding mutually unbiased basis of wave trains (WT). We construct the mutually unbiased basis set WT using a linear combination of orbital angular momentum OAM modes. Through the use of a high-dimensional alphabet encoded in the TD and WT bases, we achieve a high channel capacity of bits per inspected photon. In addition to exhibiting increased channel capacity, multidimensional QKD systems based on spatiotemporal encoding may be more resilient against intercept-resend eavesdropping attacks. Numerical simulations are presented as tests of the proposed QKD system. Experiments remain to be conducted to verify the concept.

ytorres@uis.edu.co

**Palabras claves:** coherence modulation, time delay, orbital angular momentum, qkd, codification.

OF463P

## ESTUDIO ESTRUCTURAL DE CARBONIZADOS DE CARBÓN COLOMBIANO POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA Y RAMAN

*Pedro Luis Acosta Pérez - Universidad Industrial de Santander*  
*Rafael Cabanzo Hernández - Universidad Industrial de Santander*  
*Enrique Mejía Ospino - Universidad Industrial de Santander*

La pirólisis es un proceso fundamental para la conversión del carbón. El análisis de los productos generados suministra

información estructural de éste [1]. En este trabajo fue estudiado un carbón, de La Loma (César), y sus carbonizados generados mediante pirólisis a 400 y 700 °C, desmineralizado e impregnado con carbonato de calcio. Para la caracterización se utilizaron las técnicas: Espectroscopía Fotoacústica Infrarroja con Transformada de Fourier (PAS-FTIR) y Espectroscopía Raman (RS). El análisis espectral por PAS-FTIR se centró en el infrarrojo medio, donde investigaciones previas han mostrado cambios apreciables en la estructura del carbón [2,3]. Se determinaron los siguientes parámetros estructurales: CH<sub>2</sub>/CH<sub>3</sub>, factor de aromaticidad (fa) y (R/C)<sub>u</sub>. Se empleó RS para registrar los espectros en el rango 800-2000 cm<sup>-1</sup>, cubriendo las bandas de primer orden [4]. Se obtuvieron diferentes parámetros por descomposición de los espectros Raman: la posición de las bandas, la intensidad y el ancho medio a la mitad del máximo. Ambas técnicas permiten estudiar la estructura de los carbonizados de carbón de manera eficaz.

Bibliografía (1) Ibarra, J. V.; Moliner, R. J. *Anal. Appl. Pyrolysis* 1991, 20, 171–184. (2) Orrego-Ruiz, J. A.; Cabanzo, R.; Mejía-Ospino, E. *Int. J. Coal Geol.* 2011, 85 (3–4), 307–310. (3) Wütscher, A.; Wedler, C.; Seibel, C.; Hiltrop, D.; Fieback, T. M.; Muhler, M.; Span, R. J. *Anal. Appl. Pyrolysis* 2017, 123, 12–19. (4) Chabalala, V. P.; Wagner, N.; Potgieter-Vermaak, S. *Fuel Process. Technol.* 2011, 92 (4), 750–756.

pedro.acosta@correo.uis.edu.co

**Palabras claves:** carbón; pirólisis; espectroscopía infrarroja; espectroscopía raman.

## **CONSTRUCCIÓN DE MODELOS ESTADÍSTICOS PARA LA PREDICCIÓN DE PROPIEDADES FISCOQUÍMICAS DE MUESTRAS DE CARBÓN MINERAL COLOMBIANO UTILIZANDO ESPECTROCOPIÍA FOTOACÚSTICA INFRARROJA POR TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR-PAS) Y REGRESIÓN DE MÍNIMOS CUADRADOS PARCIAL**

*Yesid Román Gómez - Universidad Industrial de Santander*

*Jáder Enrigue Guerrero Bermúdez - Universidad Industrial de Santander*

*Rafael Cabanzo Hernández - Universidad Industrial de Santander*

Colombia cuenta con grandes reservas de carbón y una participación en la producción mundial del 6.3%, siendo el quinto exportador de carbón. El 95% de las reservas del país se ubican en los departamentos: Guajira, Cesar, Córdoba, Norte de Santander, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Valle del Cauca y Cauca. Para determinar la calidad del carbón existen múltiples ensayos que sirven para conocer los diferentes contenidos elementales y propiedades fisicoquímicas, sin embargo, a pesar que se han desarrollado equipos automatizados para la realización de los procedimientos, estos requieren grandes cantidades de tiempo y dinero para ejecución. La Espectroscopía fotoacústica infrarroja con transformada de Fourier (FTIR-PAS) es una técnica útil y sencilla que, combinada con los métodos de análisis por regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS) permite modelar las propiedades fisicoquímicas y predecir en tiempos muy cortos propiedades que según la American Society for Testing and Materials (ASTM) son elaborados y dispendiosos.

**Palabras claves:** quimiométrica, carbón, modelado, espectroscopía infrarroja.

OF484O

## CARACTERISTICAS DE LOS FOTODETECTORES EN ARGON LIQUIDO

*Maritza Juliette Delgado Gonzalez - Universidad Antonio Nariño*  
*Rafael M. Gutierrez - Universidad Antonio Nariño*

Hoy en día diferentes grupos de científicos interesados en la materia oscura y en la física de neutrinos han optado por utilizar en sus experimentos detectores de partículas con Argón líquido, por ser un excelente medio de centelleo. Estos experimentos han desarrollado diferentes sistemas de detección de fotones, considerando nuevas tecnologías de bajo costo, métodos de detección, hardware, electrónica, entre otras características que han sido necesarias modificar por la baja temperatura (Aproximadamente  $-186^{\circ}\text{C}$ ) que requiere el argón líquido. En este trabajo, se describe y compara los sistemas de detección de fotones utilizados en algunos de los experimentos con argón líquido como ArgoNeut, MicroBoone, ProtoDUNE, DUNE, entre otros y los retos que se han afrontado al aplicar estos nuevos sistemas de detección.

mdelgado81@uan.edu.co

**Palabras claves:** argón líquido, fotodetectores, sistemas de fotodetección.

## PUNTOS CUÁNTICOS SEMICONDUCTORES EN FIBRAS ÓPTICAS

*Sindi Horta Piñeres - Universidad Popular del Cesar*  
*Duber Avila Padilla - Universidad Popular del Cesar*  
*Cesar Torres Moreno - Universidad Popular del Cesar*  
*José Sierra Ortega - Universidad del Magdalena*

En este trabajo se destaca el potencial uso de puntos cuánticos semiconductores (QDs) como fuente de campo óptico para los sistemas de telecomunicaciones basados en fibras ópticas o a través de guías de onda dieléctricas guiadas. Durante la investigación, se propone estudiar el uso de la luz emitida por QDs y su propagación en una fibra óptica de SiO<sub>2</sub> como mecanismo para reducir las pérdidas por transmisión a lo largo de la fibra óptica. En la investigación se desarrolla una simulación computacional que permite estudiar las características de propagación de una onda con perfil solitónico emitida por un punto cuántico en función de su morfología a través de una fibra óptica no lineal resolviendo numéricamente la ecuación no lineal de Schrödinger usando el método de Split Step de Fourier.

shorta@unicesar.edu.co

**Palabras claves:** puntos cuántico semiconductores, fibra óptica.

## CORRELACIONES MULTIPARTITAS Y COMPLEJIDAD

*Cristian Susa - Universidad de Córdoba*

En este trabajo se estudia, dentro del marco de la teoría de información, una manera de cuantificar las correlaciones multipartitas y las “puramente” multipartitas (que no son reducibles a correlaciones entre pares (correlaciones bipartitas)) en sistemas cuánticos y clásicos de muchos cuerpos. Después, se cuantifica el patrón de correlaciones en función del tamaño del sistema, se considera este patrón como un indicador de la complejidad de sistemas multipartitos en términos de la estructura de sus correlaciones.

cristiansusa@correo.unicordoba.edu.co

**Palabras claves:** correlaciones multipartitas; entropía; complejidad; sistemas cuánticos.

OF523P

## ESTUDIO DE SPECKLE CON PUPILA DE DOBLE APERTURA CIRCULAR

*EMIRO ARRIETA - UNIVERSIDAD DE CORDOBA*

*Eberto Rios - UNIVERSIDAD DE CORDOBA*

Desde la invención del láser a mediados de los 60' se ha mejorado de manera notable la metrología óptica, promoviendo el desarrollo de nuevas aplicaciones y técnicas. Alrededor de 1967 se encontró

que los patrones de speckle podrían funcionar como transportadores de información, lo que llevó al desarrollo de nuevas técnicas que permitan la decodificación de esta información. Debido al gran número de aplicaciones que este fenómeno presenta, en esta contribución se decide estandarizar un patrón de speckle generado por medio de un láser de He-Ne como fuente coherente, un vidrio esmerilado como objeto difusor y una pupila de doble apertura; como variante, se graba el patrón con una cámara profesional de alta resolución en contraste con las cámaras CCD comúnmente utilizadas.

eriosalvarez@correo.unicordoba.edu.co

**Palabras claves:** speckle, vidrio difusor, pupila de doble apertura circular.

OF546P

## ESTUDIO DE LOS MODOS DE VIBRACIÓN RAMAN DE UN CRISTAL DE ZNO

*Oslén Jaimes - Universidad de Pamplona*

*Heriberto Peña - Universidad de Pamplona*

El trabajo ESTUDIO DE LOS MODOS DE VIBRACIÓN RAMAN DE UN CRISTAL DE ZnO, aborda el estudio teórico de la predicción de los modos de vibración Raman de la red de un cristal de zinc oxide ZnO, el cual fue crecido por el método de deposición de vapor. Para realizar un estudio teórico detallado se hace un repaso de la teoría de grupos y la cristalografía, debido a que son temas muy importantes en el estudio de los cristales. La



predicción de los modos de vibración del cristal ZnO con estructura tipo wurzita, se obtiene por medio del método de la correlación. Por último, se realizó el análisis del espectro Raman obtenido experimentalmente para un cristal de ZnO, los datos experimentales del espectro Raman, fueron cedidos por el Centro de Estudios de Semiconductores, Universidad de los Andes, Mérida- Venezuela, donde se pudo observar y comparar el método teórico con el experimental, además, se pudo ver la precisión en la obtención de los modos de vibración por el método de la correlación.

oslendjs@hotmail.com

**Palabras claves:** correlación, cristalografía, espectro.

OF556P

## IMPLEMENTACIÓN DE UN ESPECTRÓMETRO ÓPTICO PARA ANÁLISIS POR ESPECTROSCOPIA REMOTA

*David Enrique Lizarazo Vesga - Universidad Militar Nueva Granada*

*Beynor Antonio Paez Sierra - Universidad Militar Nueva Granada*

La espectroscopia óptica durante muchos años ha contribuido significativamente en el desarrollo de la física, química, analítica, biología, y astronomía entre otras. El atractivo es el análisis de la muestra de manera no invasiva ni destructiva. Particularmente la espectroscopia óptica remota podría ser de gran apoyo en el sector defensa y seguridad nacional para el apantallamiento de sustancias de alto riesgo. En el marco de esta investigación se ha desarrollado un espectrómetro portátil competitivo frente a los

disponibles comercialmente. El espectrómetro presenta una resolución mejor que 5 nm y por medio de un acople termo refrigerador se puede lograr la detección fotónica de señales de baja intensidad. El sistema consta básicamente de una cámara lineal CCD acoplada a una tarjeta de desarrollo de la familia STM32F4 de Discovery. La óptica consta de un objetivo de largo alcance por medio del cual la señal fotónica se acopla a una rendija de apertura variable 0-200  $\mu\text{m}$ . Seguidamente la señal se enfoca en una rendija holográfica de difracción donde se refleja al detector CCD para obtener finalmente el espectro. La prueba del Finalmente como puesta a prueba del espectrómetro, se realizaron mediciones de fotoluminiscencia y de absorción de una solución de nylon 6,6 diluido en ácido fórmico y ubicado a 0,5 m del detector. Los resultados revelan un margen de confiabilidad mejor que el 3% frente a mediciones realizadas por medio de objetivo de microscopio.

u1802632@unimilitar.edu.co

**Palabras claves:** espectroscopia remota, naofotónica, sentido remoto, ccd.

FISICA Y REALISMO MAGICO



## **CARACTERIZACIÓN DE LA TURBULENCIA AL INTERIOR DE UN DISPOSITIVO CON VARIACIONES CONTROLADAS DE TEMPERATURA, UTILIZANDO FRANJAS DE YOUNG**

*Alexander Ballesteros Díaz - Universidad Industrial de Santander*

*Omar Javier Tijero Rojas - Universidad Industrial de Santander*

*Yezid Torres Moreno - Universidad Industrial de Santander*

La temperatura es una magnitud física que está presente en el entorno de forma fluctuante y por lo tanto sus efectos son relevantes en la turbulencia que genera, aún más a baja altitud; tales fluctuaciones introducen cambios aleatorios no estacionarios en el índice de refracción del medio. Para observar y medir el efecto producido por el medio turbulento fuertemente influenciado por la temperatura, se implementó un dispositivo denominado turbulador, dotado de sensores electrónicos en el cual es posible controlar, entre otras variables, la distribución de temperatura en su interior. En el presente trabajo se evaluó el efecto de la modificación de la temperatura en el Turbulador sobre un sistema de franjas de Young, donde uno de los haces del interferómetro lo atraviesa y el otro es utilizado como referencia. La configuración experimental, utiliza una cámara CMOS a la salida del interferómetro y varios sensores espacialmente distribuidos al interior de la cavidad del Turbulador que miden la temperatura; la modificación espacial de temperatura se alcanza controladamente mediante un reóstato hueco colocado al interior del Turbulador. La información adquirida sobre las franjas a la salida del interferómetro se analiza posteriormente con la herramienta MATLAB®, que permite examinar los cambios

presentados en dichas franjas por las condiciones turbulentas generadas dentro del sistema fabricado a escala de laboratorio en comparación con la función estructura de la temperatura registrada por los sensores electrónicos que a su vez se usa para la caracterización de la turbulencia.

alexander.ballesteros@correo.uis.edu.co

**Palabras claves:** turbulencia atmosférica, temperatura sobre la turbulencia, interferómetro de young, turbulador, función estructura.

OF561O

## PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO 304 ENRIQUECIDO CON MO

*Pedro Jose Arango Arango - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
Daniel Alejandro Pineda Hernandez - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

El molibdeno se adiciona en pequeñas cantidades a los aceros para mejorar su resistencia mecánica y a ataques electroquímicos. En el presente trabajo se llevó a cabo la producción y caracterización de acero inoxidable austenitico 304 enriquecido con molibdeno (Mo) en diferentes proporciones para estudiar el cambio en sus propiedades físicas. Dicha aleación se consigue utilizando un horno de inducción agregando las cantidades necesarias de cada metal. A fin de estudiar la estructura cristalina obtenida se realiza Difracción de Rayos X (XRD). Microscopia electrónica de barrido

(SEM) para conocer la topografía superficial y espectroscopia de impedancia eléctrica para la consecución de datos relacionados a la corrosión. Dichos análisis permiten concluir que la realización de esta aleación mejora las propiedades físicas y químicas del material mostrando buenas eficiencias en cuanto a resistencia a la corrosión y velocidad de corrosión.

pjarangoa@unal.edu.co

**Palabras claves:** molibdeno, espectroscopia, acero 304.

OF5620

## DINÁMICA DE AEROSOLES EN EL ÁREA URBANA DE SANTIAGO DE CALI: APLICACIONES LIDAR ELÁSTICO

*Jonnathan Cespedes Rojas - Universidad del Valle*

*Carlos Andrés Melo Luna - Universidad del Valle*

*John Henry Reina Estupiñán - Universidad del Valle*

Se estima que el forzamiento radiativo por aerosoles en el periodo de 1750 hasta 2011 fue de  $-0,9 \text{ W/m}^2$   $[-1,9 \text{ a } -0,1]$ , produciendo un efecto de enfriamiento climático cuya incertidumbre se asocia al poco conocimiento de su rol en la atmósfera. Así mismo, los aerosoles afectan la salud pública mundial, en 2016 se reportaron 7 Millones de muertes asociadas al material particulado con un costo de USD 225.000 millones. En Latinoamérica la infraestructura para monitorear aerosoles es limitada, en 2015 se disponía de 30 estaciones AERONET para cubrir  $18 \times 10^6 \text{ km}^2$ , mientras que entre España y Portugal 25 estaciones cubren un área

30 veces menor. Actualmente, en Colombia operan cinco estaciones AERONET, una en el suroccidente, y un sistema LIDAR en Medellín. Por consiguiente, existe un déficit de información que permita comprender el rol de los aerosoles en la climatología y salud pública del suroccidente, específicamente en Cali. En este trabajo se emplea un sistema LIDAR monoestático coaxial configurado en modo elástico con  $\lambda = 355, 532$  y  $1064$  nm, cuyo primer objetivo es generar un diagnóstico de la dinámica de aerosoles en el área urbana de Cali, a través de propiedades como el espesor óptico de aerosoles (AOD) y distribución de tamaños. Los datos captados son contrastados con los registrados por el sensor espacial CALIPSO y con los reportes del SVCA de la ciudad.

jonnathan.cespedes@correounivalle.edu.co

**Palabras claves:** aerosoles, lidar, propiedades ópticas, aod, contaminación atmosférica.

OF5730

## CARACTERIZACIÓN DE UN FILTRO ACUSTO-ÓPTICO DE TEO<sub>2</sub>

*Omar Eduardo Melo Cruz - Universidad del Quindío*

*Julio César Mosquera Mosquera - Universidad del Quindío*

Cuando una onda acústica se propaga en un medio óptico transparente produce una modulación periódica del índice de refracción gracias al efecto fotoelástico. Esta modulación provee una rejilla de difracción sinusoidal que hace que un haz incidente

sobre ella se difracte en varios órdenes, este fenómeno se conoce como difracción acusto-óptica (AO). Las propiedades específicas del dispositivo acusto-óptico fabricado depende tanto de los materiales utilizados, como de la geometría de interacción AO de la celda. Una de las principales aplicaciones de las celdas AO son los filtros sintonizables o AOTF por sus siglas en inglés que se utilizan para obtener imágenes espectrales en una angosta banda de longitudes de onda. La geometría de interacción AO está definida por la dirección de propagación de la onda de sonido dentro del cristal. Una vez definida la geometría de interacción AO, es muy importante conocer la banda de resolución espectral del filtro  $\Delta\lambda$ , la apertura angular que define la resolución espacial del filtro ( $\Delta\theta$ ), la eficiencia de difracción y demás propiedades necesarias en aplicaciones de procesamiento de señales ópticas e imágenes. El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar una celda acusto-óptica fabricada en cristal de TeO<sub>2</sub>, con geometría definida por un ángulo de propagación del sonido de 8° respecto del eje [100] del cristal en el plano (100), con el propósito de utilizarla en el procesamiento de imágenes. Los resultados obtenidos muestran un ancho de banda en frecuencia  $\Delta f = 1,4$  MHz para una longitud de onda  $\lambda = 630$  nm con un máximo de intensidad central en 97.5 MHz lo que corresponde a una resolución espectral  $\Delta\lambda = 0,9$  nm. La eficiencia de difracción superó el 70% en una apertura angular igual a 8° lo cual lo hace un excelente AOTF para el rango visible.

oemeloc@uqvirtual.edu.co

**Palabras claves:** acusto-óptica, procesamiento de señales, apertura angular, resolución espectral, eficiencia de difracción.

## IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA EMBEBIDO DE ADQUISICIÓN DE FRANJAS PARA EL ESTUDIO DE LA TURBULENCIA ATMOSFÉRICA

*Omar Javier Tijero Rojas - Universidad Industrial de Santander*  
*Anjher Gustavo Sandoval Vera - Universidad Industrial de Santander*  
*Yezid Torres Moreno - Universidad Industrial de Santander*

Los sistemas embebidos (del inglés, Embedded Systems) son esenciales en la investigación y desarrollo de diferentes disciplinas académicas: Comunicaciones, bioingeniería, geología, física entre otras. Actualmente hay sistemas de desarrollo con costo asequible y buenas características en hardware, con lenguajes de programación sencillos como es el caso del STM32F746G™ del fabricante ST Microelectronics. Se implementó la adquisición de un sistema de franjas de interferencia en tiempo real a través de una mini cámara CMOS y controlada completamente desde el sistema embebido mencionado antes. Los algoritmos implementados para la tarea de adquisición de imágenes fueron programados en lenguaje C con el objetivo de controlar, mediante temporizadores para éste propósito, los tiempos de adquisición y así tener acceso a la información de las franjas interferométricas. Con la definición y manejo de éstos tiempos, se busca que el área elegida dentro de la imagen a adquirir, alcance a ser tomada dentro del intervalo de tiempo señalado por la hipótesis de turbulencia congelada de Taylor y así, poder utilizar patrones de franjas estadísticamente dependientes producto de la turbulencia atmosférica. Se presentan los resultados obtenidos con el sistema embebido utilizado y se espera que con él se puedan incluir otras medidas importantes de



variables físicas tales como temperatura, humedad, presión atmosférica, rapidez del aire, entre otros y que son de especial impacto en la función estructura del índice de refracción de la turbulencia atmosférica a escala de laboratorio, a bajas alturas y a diferentes distancias horizontales.

anjhergustavo@gmail.com

**Palabras claves:** interferómetro de young, sistema embebido, stm32f746g, cmos, dsp, turbulencia atmosférica, lenguaje c.

OF598P

## **DISEÑO DE HARDWARE ELECTRÓNICO PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES FÍSICAS DE INTERÉS EN LA TURBULENCIA ATMOSFÉRICA**

*Sergio Enrique Reyes Aparicio - Universidad Industrial de Santander*

*Yezid Torres Moreno - Universidad Industrial de Santander*

*Omar Javier Tijero Rojas - Universidad Industrial de Santander*

La turbulencia atmosférica representa un gran obstáculo en la adquisición de imágenes de alta calidad y resolución debido a los parámetros aleatorios no estacionarios que envuelven a éste fenómeno natural. Así, la medición de variables físicas que afectan tales como la temperatura, la humedad relativa, la presión y la velocidad del aire entran a ser magnitudes importantes para la estimación estadística, por ejemplo de la función estructura del índice de refracción entre otras. De ésta manera, permiten caracterizar el medio turbulento en el que se propagan las ondas electromagnéticas, las cuales sufren una alteración importante en

su frente de onda debido a dicho proceso estocástico no estacionario de las propiedades del medio y que afecta a su vez tales variables físicas. En el presente trabajo, se muestra el diseño del hardware electrónico implementado en el sistema de desarrollo STM32F7™ de ST Microelectronics a fin de adquirir parámetros como temperatura, humedad, presión y flujo de aire con el objetivo de identificar como dichas magnitudes físicas afectan la propagación horizontal de un haz láser a escala de laboratorio. Igualmente, se muestra la preparación del mismo sistema para realizar mediciones a diferentes distancias a lo largo de un camino horizontal donde se propaga un haz láser en campo abierto y monitoreado a diferentes horas del día.

sergioapa59@hotmail.com

**Palabras claves:** turbulencia atmosférica, temperatura ambiente, humedad relativa ambiental, presión ambiental, velocidad del aire, frente de onda, láser, hardware.

OF623P

## CARACTERIZACIÓN DE TEJIDO DE MAMA POR PROPIEDADES ÓPTICAS A TRAVÉS DE ESPECTROSCOPIA RAMAN

*Carolina Valencia Muñoz - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*  
*Carlos Vargas Hernández - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

El cáncer de mama es el más frecuente en las mujeres tanto en países desarrollados, como en desarrollo, pues desde el 2010, es la segunda causa de muerte, después del cáncer de cuello uterino; en

donde la detección temprana de la enfermedad, los hábitos saludables y la concientización a las mujeres para realizarse el autoexamen, son los factores que pueden ayudar a disminuir la mortalidad en esta enfermedad. Este proyecto tiene como objetivo analizar por medio de propiedades ópticas tejidos de mama con diferente diagnóstico histopatológico. La espectroscopía Raman es una técnica no invasiva y con un análisis de muestra en tamaño pequeño, además puede llegar a ser un análisis complementario al análisis histopatológico. Este estudio consiste en analizar y diferenciar dos muestras de tejido de mama Sano (S) y maligno (Carcinoma Ductal Invasivo-CDI) identificas histopatológicamente, identificando estructuras moleculares características del tejido a través de la técnica Espectroscopía Raman. Los resultados presentan modos vibracionales de enlaces pertenecientes a aminoácidos de proteínas (tirosina, triptófano y fenilalanina), proteínas y lípidos en cada una de las muestras, resaltando la ausencia de 3 bandas en la muestra de tejido CDI correspondiente a enlaces de proteínas y una a lípidos. Igualmente se encuentra gran diferencia en las intensidades del espectro Raman entre las muestras S y CDI, lo cual puede llegar a indicar distinciones en las muestras a nivel molecular, para reconocer cada una de ella de acuerdo al diagnóstico, en una clasificación como tumores sanos o malignos.

cavalenciamu@unal.edu.co

**Palabras claves:** cáncer de mama, espectroscopía, histopatología, estructuras moleculares, modos de vibración.

## **RAMAN SPECTROSCOPY CHARACTERIZATION OF PORK SPLEEN DNA INTERACTING WITH SILVER NANOPARTICLES**

*María Fernanda Vargas Charry - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Ricardo Eulises Báez Cruz - Universidad de Concepción - Chile*

*Carlos Vargas Hernández - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

In this work is showing the study of the increase of the Raman Signal of the DNA due the interaction with Silver nanospheres. the DNA was extracted from pork spleen following standard processes for cell lysis, deproteinization, and precipitation and The Ag NPs were prepared by microwave assisted synthesis. Raman spectroscopy was used to characterize both the DNA without NPs and the DNA–Ag NPs composite. The main signals observed were for vibrations of the sugar phosphates, adenine, and thymine. The signals for the DNA–Ag NPs complex were more intense than those for DNA without NPs because of the surface-enhanced Raman scattering effect. The intensity of the sugar phosphate signal at  $1085\text{ cm}^{-1}$  was approximately 54% higher in the DNA–Ag NPs composite than in the DNA without NPs. The most intense signals were observed for deformation of the N6H2 bond in the adenine ring at  $1575\text{ cm}^{-1}$ , and for stretching of the C2=O bond of thymine at  $1701\text{ cm}^{-1}$ . The increases in signal intensity can be attributed to plasmons located in the Ag NPs that allows generation of the electromagnetic mechanism, which affects the hydrogen bonds between thymine and adenine in the DNA. The increasing effect of nitrogenous bases in the denatured DNA is due to the

effect of plasmon located in silver nanospheres interacting electrostatically with DNA; SERS effect is displayed apparently greater on the thymine and cytosine, but this signal increment is attributed to the concentration of this into the DNA, allowing conclude that this is DNA type B. As there was an increase in general signal it can be concluded that silver nanoparticles have not a preference for some specific DNA region, being perfect to display the composition of this molecule with small amounts thereof.

mfvargasc@unal.edu.co

**Palabras claves:** nanoparticles, microwave and localized plasmonic resonance, raman, dna.

OF626P

## ESPECTROSCOPIA DOAS APLICADA EN ESTUDIOS VOLCÁNICOS Y ATMOSFÉRICOS EN COLOMBIA

*Arturo Argüelles - Universidad Santiago de Cali*

*V. Burbano - Servicio Geológico Colombiano, Dirección Técnica de Laboratorios, FISQUIM, Cali*

*Luisa Fernanda Meza - Servicio Geológico Colombiano, Dirección Técnica de Laboratorios, FISQUIM, Cali*

*Gustavo Garzón - Centro de Aplicaciones Fisicoquímicas en el Entorno CAFE*

La Espectroscopía de Absorción Óptica Diferencial conocida como DOAS es una herramienta cada vez más utilizada por la comunidad científica internacional para determinar concentraciones de gases atmosféricos, mediante la detección de las estructuras de sus bandas de absorción en la región espectral UV-Vis. La característica especial de la técnica DOAS es la simultánea

determinación de distintas especies químicas en forma remota y con instrumentos tanto activos, como pasivos. La aplicación de la espectroscopía DOAS en química atmosférica en Colombia fue introducida por la red NOVAC (Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change, [www.novac-project.eu](http://www.novac-project.eu)) con la coparticipación del grupo de investigación FISQUIM en el 2006. Los estudios iniciaron con la cuantificación selectiva de moléculas de SO<sub>2</sub> en la tropósfera colombiana, con flujos que han fluctuado entre 200 y 14000 t/d desde volcanes como el Galeras, el Nevado del Ruiz y el Nevado del Huila; mientras que desde chimeneas industriales en algunas industrias de Yumbo e ingenios azucareros entre 170 y 400 t/d. Esta información en tiempo real, ha facilitado el monitoreo de la actividad en algunos volcanes de Colombia. El flujo cuantificado del gas SO<sub>2</sub> ha servido para evaluar el ascenso del magma, en el cual es muy soluble, en comparación con otros gases de origen profundo. Adicionales investigaciones han llevado a evidenciar la interacción del SO<sub>2</sub> con la humedad troposférica, para formar “lluvia ácida” con alta capacidad para afectar los cultivos circundantes, además de tener efectos en la salud pública. A partir del año 2010 se iniciaron estudios para la cuantificación de moléculas de BrO en Colombia, las cuales se forman en la parte superior de los volcanes activos producto de la reacción del Br<sub>2</sub> de procedencia profunda, con el oxígeno troposférico.

arturo.arguelles@udc.edu.co

**Palabras claves:** doas,so<sub>2</sub>,o<sub>3</sub>,bro,br<sub>2</sub>.

## **SERS SPECTROSCOPY STUDIES OF GENOMIC DNA IN INTERACTION WITH GOLD AND SILVER NANOPARTICLES THROUGH LOCALIZED PLASMON**

*María Fernanda Vargas Charry - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

*Ricardo Eulises Báez Cruz - Universidad de Concepción - Chile*

*Carlos Vargas Hernández - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

Studies of the interactions of DNA with small molecules are important because they increase understanding of DNA, and this knowledge can be used in developing applications for DNA. In the past, a number of techniques have been used for detection of DNA. However, DNA typically has weak signals because of the complex sample matrix. In the present study, to increase the Raman signals for DNA, a composite of DNA–silver and DNA–Gold nanoparticles (Ag NPs, Au NPs) were prepared. In this work, we investigated changes in the Raman signal for DNA on addition of silver and gold nanoparticles (Ag NPs, Au NPs). The NPs were prepared by microwave assisted synthesis, and the DNA was extracted from pork spleen following standard processes for cell lysis, deproteinization, and precipitation. A composite of the Ag NPs and DNA was prepared by mechanical alloying. Raman spectroscopy was used to characterize both the DNA without NPs and the DNA–Ag NPs composite. This binding of the NPs–DNA were achieved by its functionalization with ethanol. The Ag NPs and Au NPs were prepared by a microwave assisted synthesis with different radiation power, and then layered on a glass slide with genomic DNA extracted from pork spleen. In comparison with a



slide coated with just DNA, the addition of Ag NPs increased the intensity of the Raman signals. The signals that increased the most were for the sugar phosphates, adenine, and thymine. The signal intensity were attributed to hot spots created by the Ag NPs and Au NPs and the increases can be attributed to plasmons located in the Ag NPs that allows generation of the electromagnetic mechanism, which affects the hydrogen bonds between thymine and adenine in the DNA.

cvalgash@unal.edu.co

**Palabras claves:** nanoparticles, microwave and localized plasmonic resonance, raman, dna.

OF635P

## **RAMAN SPECTROSCOPY CHARACTERIZATION OF DNA INTERACTING WITH ZNO NANOPARTICLES**

*Marco Aurelio Avellaneda - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
Nicolás Guayazán Palacios - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
Carlos Vargas Hernández - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*

In this work, ZnO microrods were synthesized by Sol-Gel method, these were mixed with genomic DNA in solution. The nanoparticles grew homogeneously with sizes 50 nm. Characterization by UV-Vis indicates strong plasmonic coupling around 350 nm. The processes of cell lysis, deproteinization and precipitation standardized for obtaining pork spleen DNA were used. The analysis of the DNA binding to the ZnO was performed using Raman spectroscopy a technique that allowed for the



evaluation of the effect that the presence of the ZnO in the complex has on the DNA structure. The SERS effect was observed in the spectral range of 200-1800  $\text{cm}^{-1}$ . Vibrational spectral bands from the DNA molecule and hexagonal wurtzite ZnO were observed and classified as E2(M), A1(TO), E2(High), E1(LO) and 2LO. The Raman signals from the vibrational bands corresponding to the phosphodiester bond 5'-C-O-P-O-C3' and bond stretching of the PO<sub>2</sub>- group, as well as ring vibrations of the nitrogenous bases of the DNA, were enhanced by the presence of the ZnO microrods. The bands from the modes corresponding to the C-O and O=P-O-molecules of the DNA backbone were observed to exhibit larger spectral shifts due to the compression and tensile stresses generated at the ZnO/DNA interface, respectively. In addition, the relative vibrational mode intensities of the nitrogenous bases increased.

maavellanedac@unal.edu.co

**Palabras claves:** dna binding, zno rods, raman spectroscopy, sers.

FISICA Y REALISMO MAGICO





PRIMERA EDICION

# FISICA Y REALISMO MAGICO

