

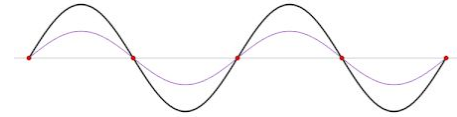


# MAESTRÍA EN FÍSICA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO



# Neural Wave

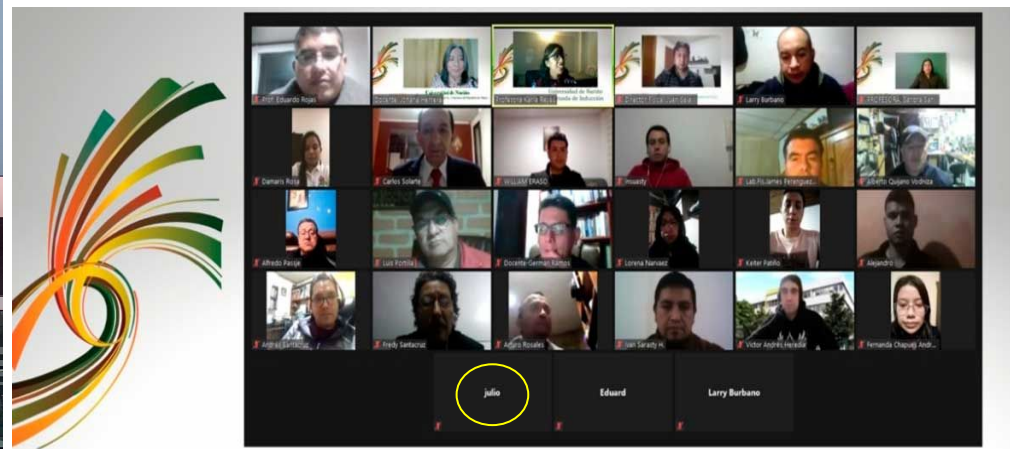


Sistema Neural de detección de Huella Neuronal digital, patrones y alerta por Inteligencia Artificial con Amplificación Lock-in de ondas Neuronales para pacientes Epilépticos

**DEFENSA DE TESIS**  
**PRIMERA COHORTE**

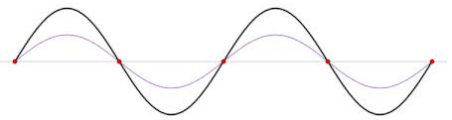
Julio Andres Florez Realpe  
MD. Medicina - BS. Fisica  
MSTE. Technological Entrepreneurship





mf MAESTRÍA EN FÍSICA ai Universidad de Norte

# Jornada de Inducción Semestre 2021A





# Motivacion

## FISICA-MEDICINA

## IMAGENES - SENALES

### SIGNOS VITALES

- Frecuencia Cardiaca 60-100 LPM
- Frecuencia Respiratoria 12-18 RPM
- Temperatura 36.5 - 37.3 C
- Presion Arterial 80 -120
- Saturacion Oxigeno > 90

- Glasgow

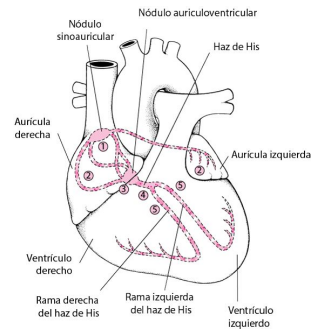
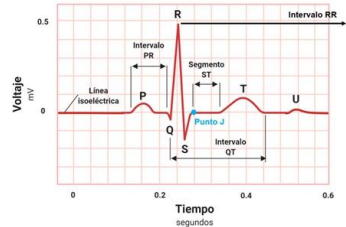
**LA ESCALA DE COMA DE GLASGOW (GCS):**  
tipos de respuesta motora y su puntuación

**ELSEVIER**

La escala de coma de Glasgow (o la escala de Glasgow Coma Scale (GCS), de aplicación neurológica, permite medir el nivel de conciencia de una persona. Utiliza tres parámetros: la respuesta verbal, la respuesta ocular y la respuesta motora. El puntaje más bajo es 3 puntos, muestra que el valor más alto es 15 puntos. La aplicación sistemática e intervalar regular de esta escala permite obtener un perfil clínico de la evolución del paciente.

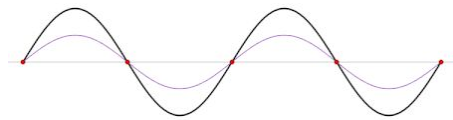
TIPO DE RESPUESTA	4	3	2	1
<b>OCULAR</b>	ESPONTÁNEA	ORDEN VERBAL	DOLOR	NO RESPONDEN
<b>VERBAL</b>	ORIENTADO Y CONVERSANDO	DESORIENTADO Y HABLANDO	PALABRAS INAPROPIADAS	SONIDOS INCOMPRESIBLES
<b>MOTORA</b>	ORDEN VERBAL OBEDECE	LOCALIZA EL DOLOR	RETIRADA Y FLEXIÓN	FLEXIÓN ANORMAL
			EXTENSIÓN	NINGUNA RESPUESTA

(grados de decortación) (grados de decerebración)

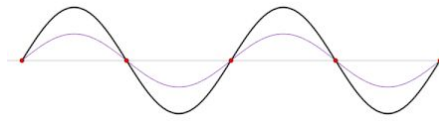


### LABORATORIO CLINICO

- Hemograma > Lineas - Blanca - Roja
- Gases Arteriales > Estado Acido Base
- Corazon > Troponinas - PN
- Electrolitos > NA - K - Ca - MG
- Tracto Gastrointestinal > FA
- Hgado > TGO TGP
- Marcadores > Tumorales CA 19-9 CA125



# Objetivos



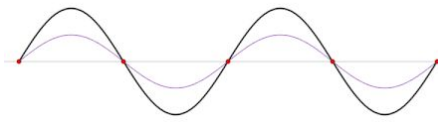
## Objetivo general

Desarrollar un modelo Físico-Matemático para determinar el aura electrónica del evento epiléptico que permita identificar el evento convulsivo antes de la crisis.

## Objetivo específicos

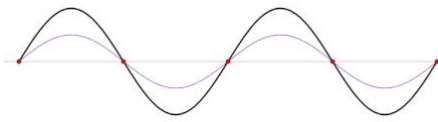
1. Estudiar los procesos fisiopatológicos de la enfermedad epiléptica.
2. Determinar los modelos físico-matemáticos requeridos para entender el proceso de las crisis epilépticas.
3. Comprender los procesos neuronales que podrían caracterizar al aura epiléptica utilizando inteligencia artificial y modelos computacionales.

# Planteamiento del Problema



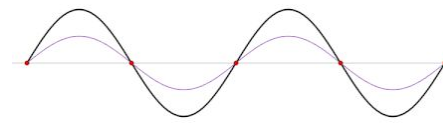
1. La epilepsia es una enfermedad caracterizada por convulsiones, pérdida de conocimiento y alteraciones neurológicas con un gran impacto sin embargo a diferencia de otras enfermedades la epilepsia en a mayoría de los casos no presenta un aura o evento premonitorio que le permiten alertar al paciente.
2. Un paciente con epilepsia presenta en sus ondas cerebrales un aumento de amplitud en la onda detectada por los electrodos de un electroencefalograma, sin embargo no existe una explicación de cómo surgen estas ondas cerebrales y por que el aumento en los pacientes con epilepsia.
3. Existe una dificultad de modelacion de abordar las patologías neuronales y es el gran número de neuronas presentes en el cerebro.














# Justificación



1. Uno de los grandes retos de la medicina y en especialmente la neurología es determinar la fisiología o funcionamiento cerebral
2. Conocer el funcionamiento cerebral permite crear tratamientos tanto médicos como farmacológicos para las diferentes enfermedades por lo que entender la actividad neuronal es de suma importancia para abordar patologías como la epilepsia el Alzheimer el Parkinson entre otras.
3. Hasta el momento la valoración de los pacientes se hace de forma cualitativa y veo la necesidad de introducción de parámetros cuantitativos medibles es por eso que trato estos problemas en el presente documento así como el estudio fisiológico de la actividad neuronal desde un punto de vista físico-matemático cuantitativo.

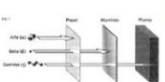
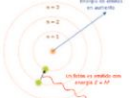
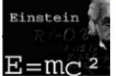
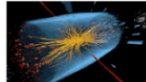


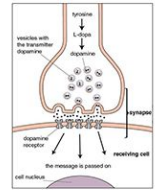











# Antecedentes Medicina y Fisica



<p>Mesopotamia 400 AC</p>  <p>Medicina se basa en la Magia y los Espiritus</p>	<p>Hipocrates 460-377 AC</p>  <p>Padre de la Medicina estructura organismos Sangre, Moco, bilis negra</p>	<p>Aristoteles 484-322 AC</p>  <p>Portal del vitalismo fuerza especial vital tierra fuego aire agua</p>	<p>Leonardo Da Vinci 1452</p>  <p>Anatomia</p>	<p>Copernico 1500</p>  <p>Modelo Heliocentrico</p>	<p>Galileo 1642</p>  <p>Plano inclinado refuta teoria Aristotelica</p>	<p>Newton 1727</p>  <p>Publica Principia Matematica leyes de la Fisica y Gravitacion</p>	<p>Michael Faraday 1791-1867</p>  <p>Teoria Electromagnetica Campo Electromagnetico</p>	<p>Louis Pasteur 1822</p>  <p>Vacunas Pausteurizacion</p>
<p>1831 Robert Brown</p> 	<p>1666 Hooke</p>  <p>Celula microscopio</p>	<p>1831 Robert Brown</p> 	<p>1865 Mendel</p> 					

**FISICA Y MEDICINA**

---

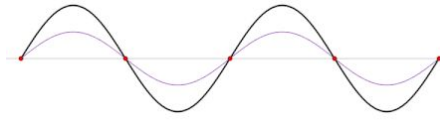
<p>Ernest Rutherford 1871-1937</p>  <p>Particulas alfa beta gama</p>	<p>Niels Bohr 1885</p>  <p>Modelo Atomico</p>	<p>Albert Einstein 1879-1955</p>  <p><math>E=mc^2</math></p> <p>Teoria Espacial de la Relatividad</p> <p>Campo Gravitacional</p>	<p>Peter Higgs 1929</p>  <p>Explico el origen de la masa de las particulas elementales y de los bosones W Z</p>	<p>Stephen Hawking Roger Penrose 1942</p>  <p>Teoremas singulariades espacio tiempo Radiacion Hawking</p>	<p>Modelo Neurona</p> 	<p>Sinapsis modelo</p> 
<p>1906 Camillo Golgi</p>  <p>Sistema nervioso</p>	<p>1869 Meischer Nucleina</p>  <p>1845-1923 Rothen RX</p> 	<p>1925 Werner Heisenberg Mecanica Cuantica</p> 	<p>1953 Watson Crick</p> 	<p>1947 PC</p> 	<p>1963 Hodgkin and Andrew Fielding Huxley</p> 	<p>1963 Hodgkin and Andrew Fielding Huxley</p> 
<p>2000 Paul Greengard Eric R. Kandel</p> 	<p>1972 Godfrey Hounsfield MRI</p> 	<p>1972 Peter Mansfield -Paul Lauterbur</p> 				

Trabajos relevantes

Ref: Sagan, C. (1985). Cosmos: Carl Sagan

A History of Medicine (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429019883>

Einstein, A., & Infeld, L. (1966). Evolution of physics. Simon and Schuster.



# Epilepsia

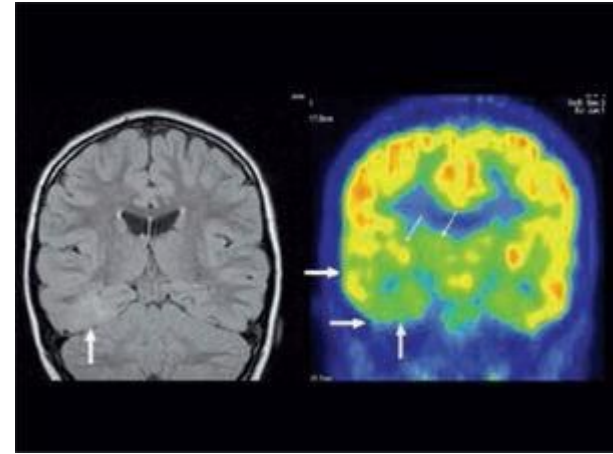


# Epilepsia

- Convulsiones
- Crisis de ausencia
- Pérdida de conocimiento

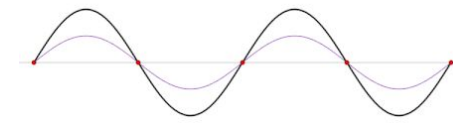
## Epidemiología

50 Millones de personas a nivel mundial padecen de epilepsia



**Ref:** Kasper D, Fauci A, Stephen H, Longo D, Jameson JL, Loscalzo J, editors. Harrison. Principios de Medicina Interna. 19 ed. Madrid: McGraw Hill; 2016

**Ref** Rol del PET/CT en epilepsia David - Revista Médica Clínica Las Condes - 2013



# Enfermedades Mentales

Alzheimer

Parkinson

Transtornos no especificados

Esquizofrenia

Depresion

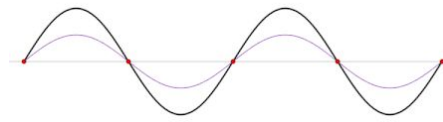
Transtorno bipolar

Transtorno obsesivo compulsivo

Epilepsia

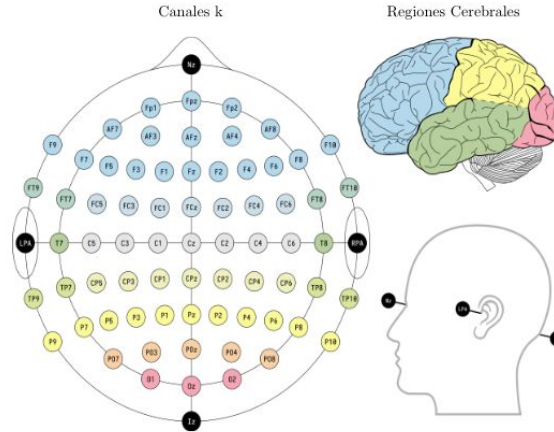
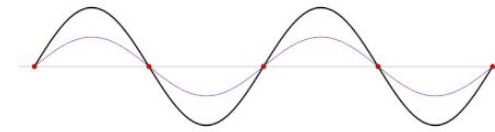
**Ref** American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>

# Electroencefalograma

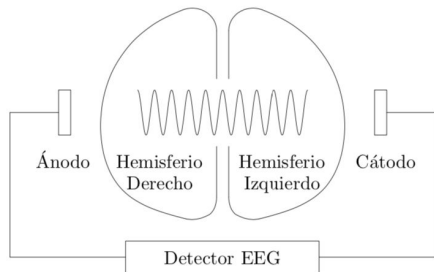


Ref: fundacionmpj.org

# Encefalograma



Onda	Hz	EEG
Gamma ( $\gamma$ )	> 40 Hz	
Beta ( $\beta$ )	13-39 Hz	
Alpha ( $\alpha$ )	7-13 Hz	
Theta ( $\theta$ )	4-7 Hz	
Delta ( $\delta$ )	< 4 Hz	



Esquizofrenia Disminuye gamma,  $\delta$   
 Trastorno bipolar la actividad  $\alpha$  disminuida,  
 Epilepsia Aumento de Amplitud

Ref Graficas Trabajo de Grado Julio Florez

Priyanka A. Abhang, Bharti W. Gawali, Suresh C. Mehrotra,  
 Chapter 2 - Technological Basics of EEG Recording and Operation of Apparatus, Speech-Based Emotion Recognition, Academic Press, 2016

Artieda J.; Alegre M.; Valencia M.; Urrestarazu E.; Pérez-Alcázar M.; Nicolás M.J.; López Azcárate J.; Iriarte J. (2009). «Oscilaciones cerebrales: papel fisiopatológico y terapéutico en algunas enfermedades neurológicas y psiquiátricas».

# Bases Biológicas

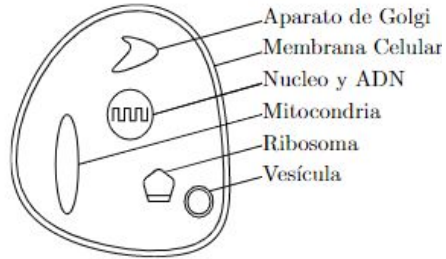


Figura 2.1: La célula.

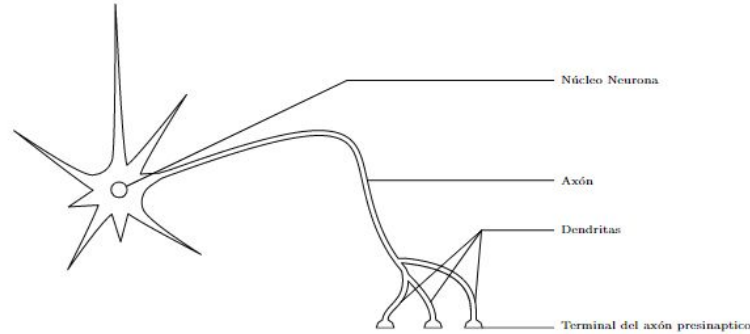


Figura 2.3: La neurona

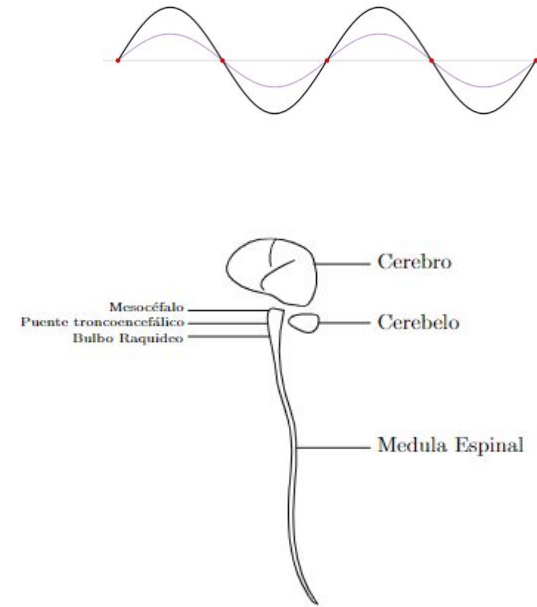


Figura 2.2: El sistema nervioso.

**Ref** Graficas Trabajo de Grado Julio Florez  
Gartner L. P. & Hiatt J. L. (1990). Color atlas of histology. Williams & Wilkins

# Bases Biologicas Impulso nervioso

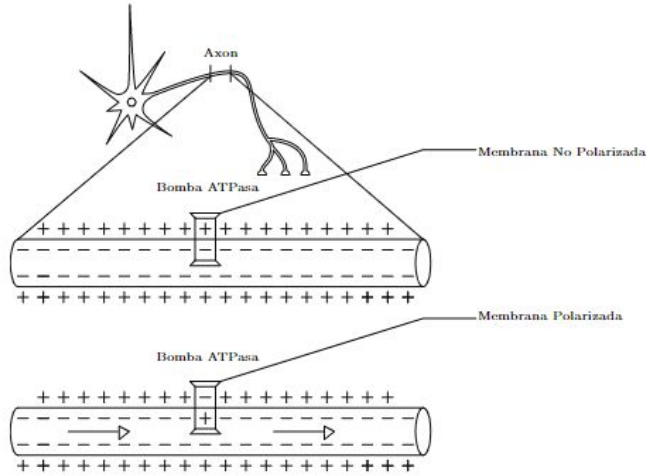
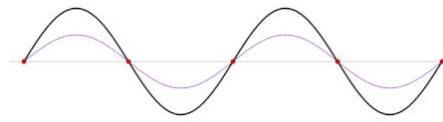


Figura 2.4: Impulso Nervioso

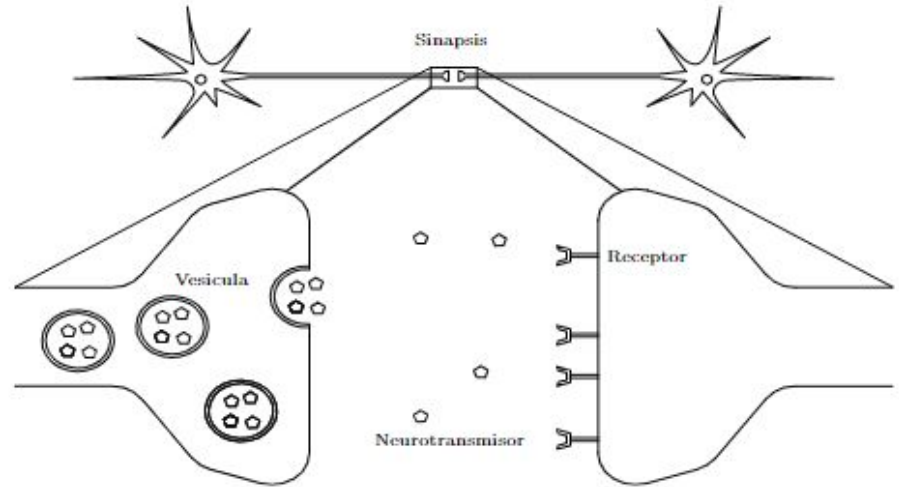
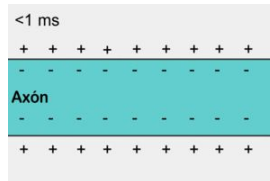
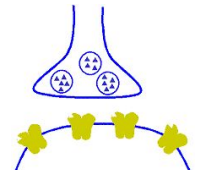
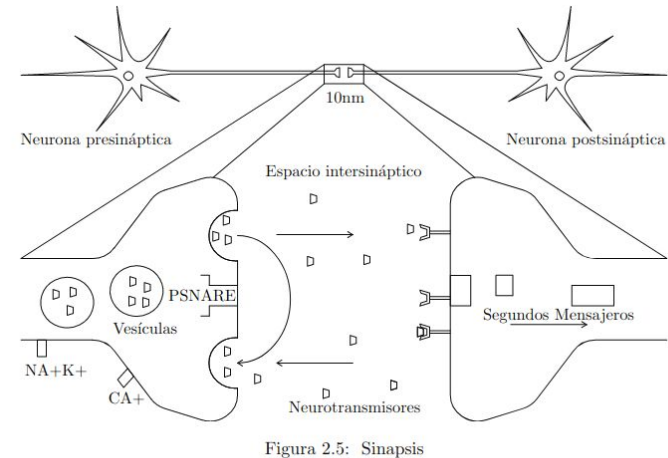
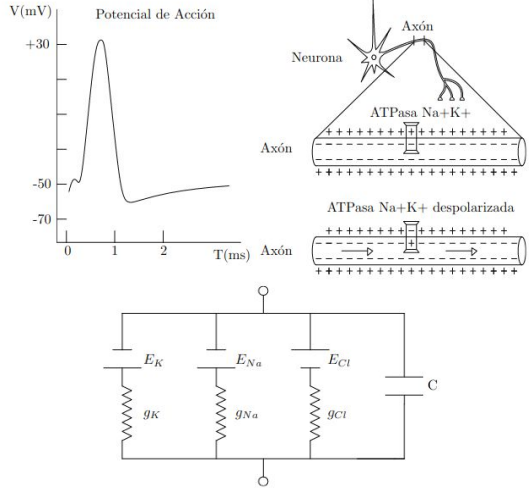
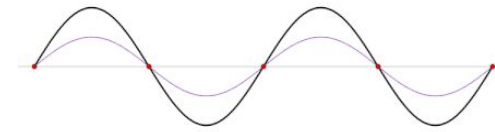


Figura 2.5: Sinapsis



# Modelo impulso nervioso



**Ref:** Nobel Prize Fisiologia  
Paul greengard Eric kandel  
Hodgkin huxley

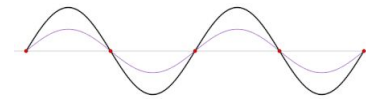
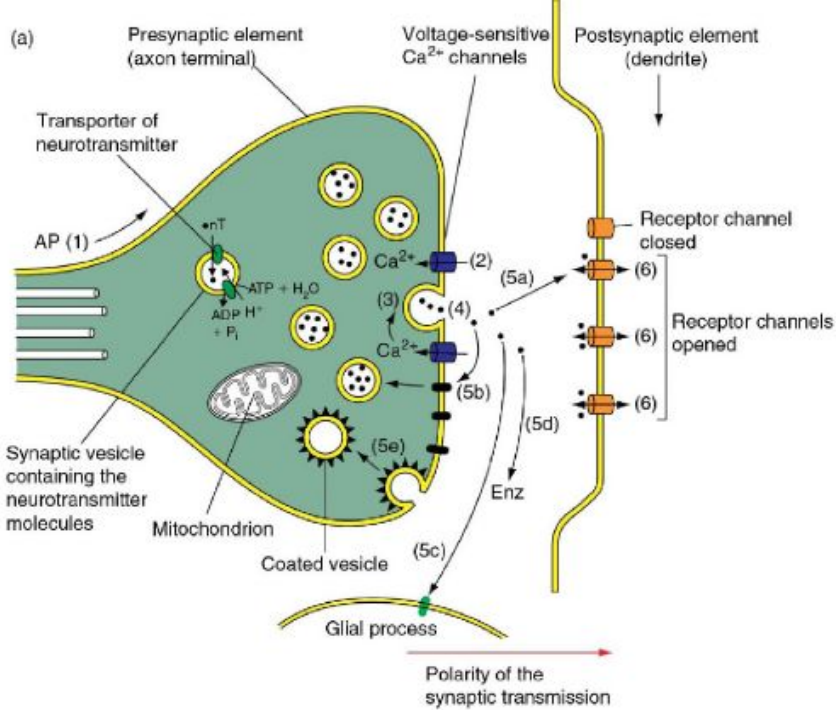
**Ref** Cellular and Molecular Neurophysiology 4 edition Constansa Hammond 2015

<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1963/summary/>

<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2000/summary/>

**Ref** Paul Greengard, Bioscience Reports, Neurobiology of Dopamine signaling, Vol. 21, No. 3, June 2001 <https://doi.org/10.1023/A:1013205230142>

Hodgkin and Huxley, A quantitative Description of membrane current and its applications to conduction and excitation in nerve, Journal of physiology Cambridge university 1952



# Sinapsis

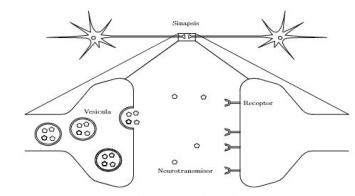
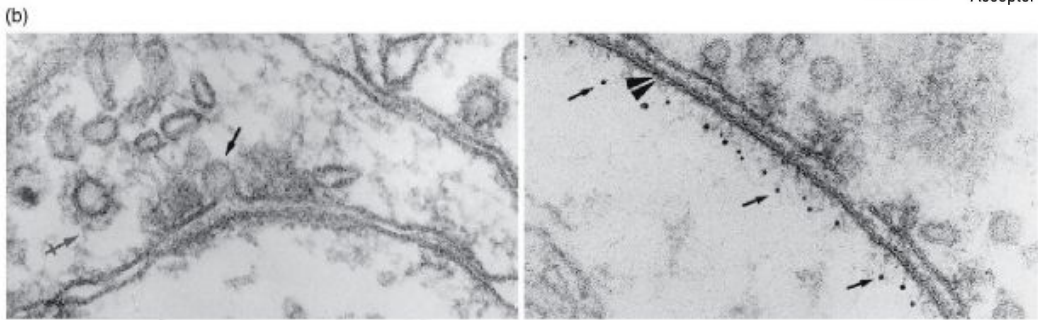
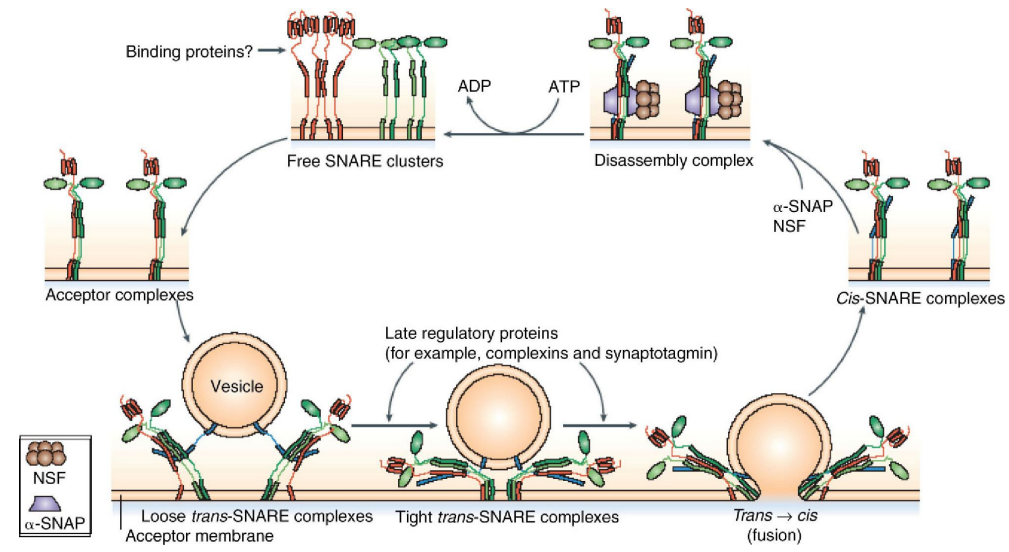
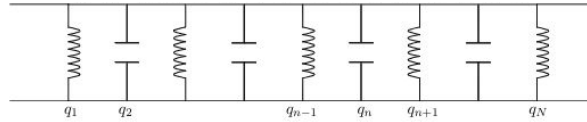
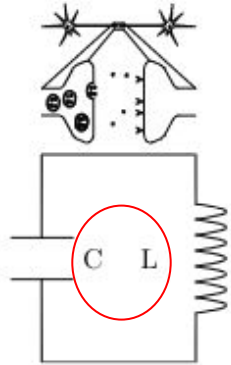
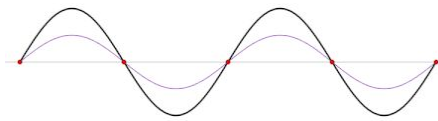


Figura 2.5: Sinapsis



# Metodologia

## Modelo campo neuronal

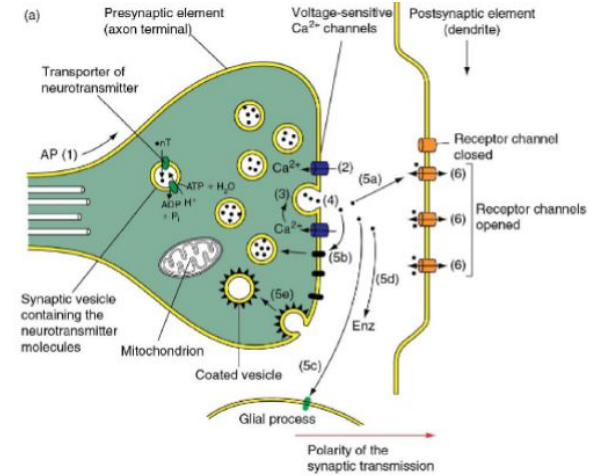


$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0 \quad q = q_0 \cos(\omega t) \quad \omega = 1/\sqrt{LC}$$

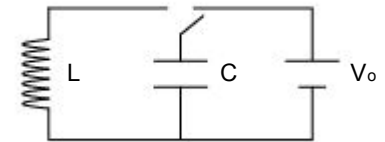
$$w = 2\pi f$$

$$T = L\dot{q}^2/2 \quad V = q^2/2C$$

$$\mathcal{L} = T - V = L\frac{\dot{q}^2}{2} - \frac{q^2}{2C} \quad \mathcal{H} = \frac{p^2}{2L} + \frac{q^2}{2C}$$



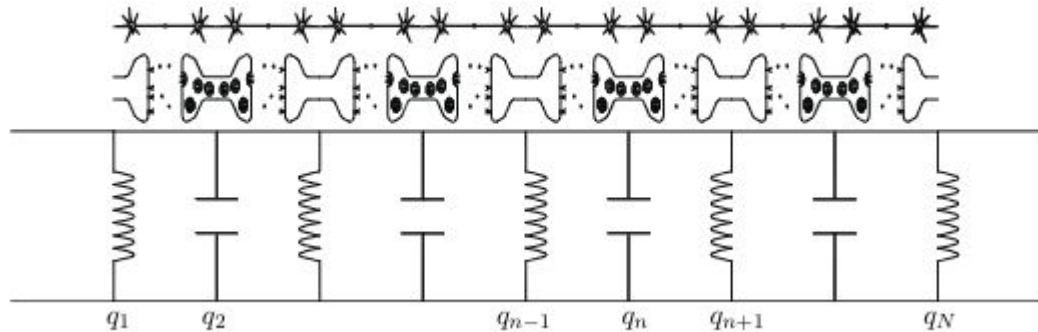
Circuito LC



**Ref** Purcell, E.M. (1965) Electricity and Magnetism. Berkeley Physics Course, Vol. 2, McGraw-Hill Book Company, New York

**Ref: Confidencial**  
Julio Florez, Trabajo de grado 16

# Modelo campo Neuronal



$$\mathcal{L} = T - V = \sum_{i=1}^N L \frac{\dot{q}_i^2}{2} - \sum_{i=1}^N \frac{q_i^2}{2C} \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_i} = 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}_i} = L \sum_{i=1}^N \frac{2}{2} \dot{q}_i \frac{\partial \dot{q}_i}{\partial \dot{q}_n} = L \sum_{i=1}^N \dot{q}_i \delta_{in} = L \dot{q}_n$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_i} = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^N \frac{2}{2} q_i \frac{\partial q_i}{\partial q_n} = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^N q_i \delta_{in} = \frac{1}{C} q_n$$

$$L \ddot{q}_n - \frac{1}{C} q_n = 0$$

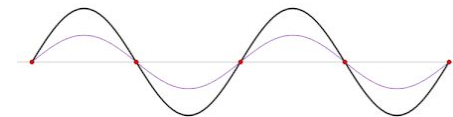
$$\ddot{q}_n - \frac{1}{CL} q_n = 0$$

Ecuación dinámica Cerebral

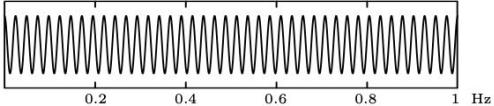
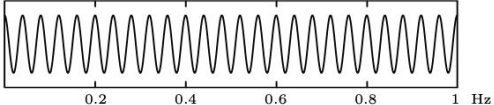
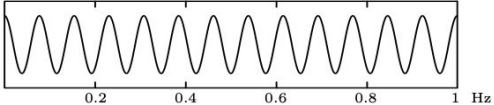
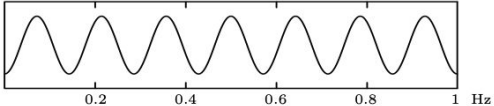
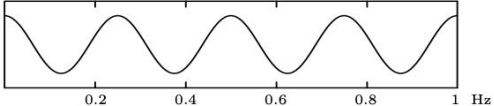
$$q_n = q_{no} \cos(\omega t)$$

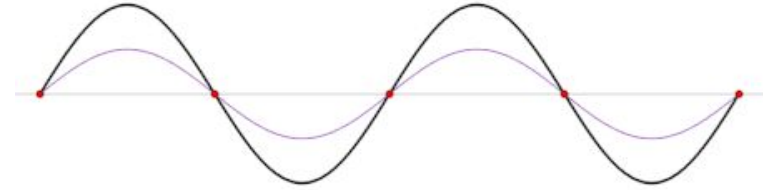
$$\omega = 1/\sqrt{LC}$$

$$w = 2\pi f$$



# Ondas Cerebrales

Onda	Hz	EEG
Gamma ( $\gamma$ )	> 40 Hz	
Beta ( $\beta$ )	13-39 Hz	
Alpha ( $\alpha$ )	7-13 Hz	
Theta ( $\theta$ )	4-7 Hz	
Delta ( $\delta$ )	< 4 Hz	



$$\ddot{q}_n - \frac{1}{CL}q_n = 0$$

Ecuación dinámica Cerebral

$$q_n = q_{n0} \cos(\omega t)$$

$$\omega = 1/\sqrt{LC}$$

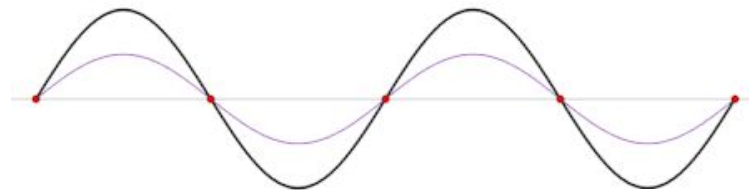
$$w = 2\pi f$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

**Ref** Confidencial

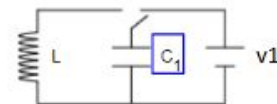
Julio Florez trabajo de grado

# Pacientes con epilepsia

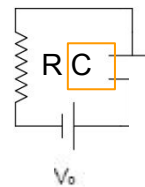
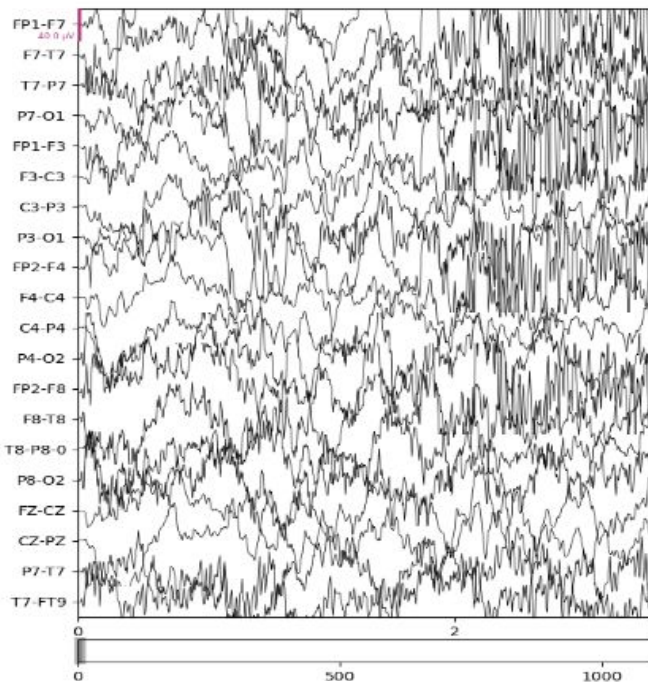
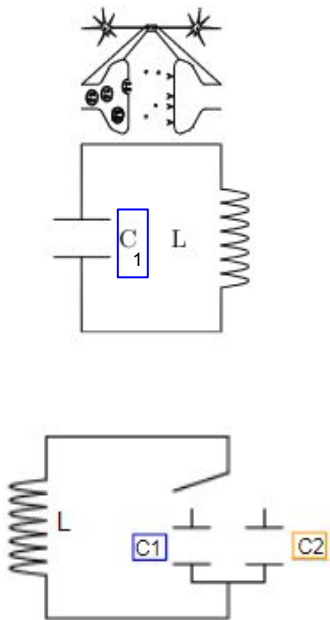


$$q_n = q_{no} \cos(\omega t) \quad \omega = 1/\sqrt{LC} \quad w = 2\pi f$$

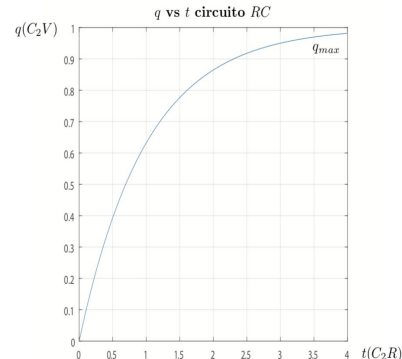
Paciente normal



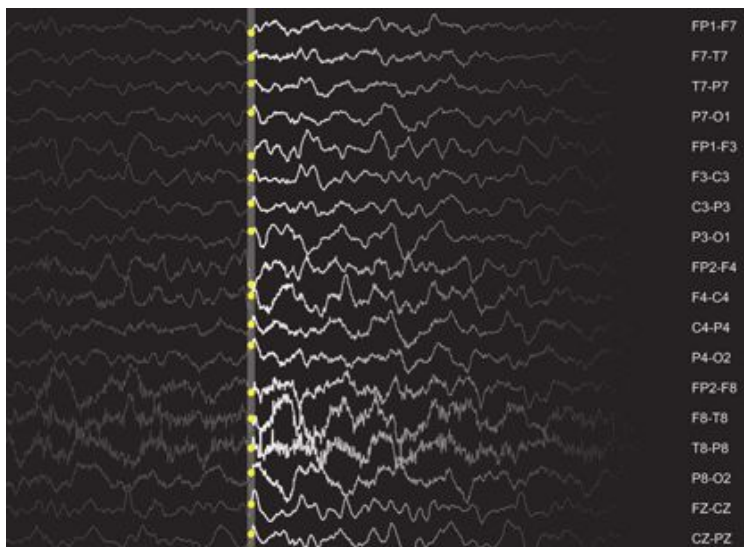
Paciente con epilepsia



$$q(t) = CV_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$



## Aplicación del modelo en múltiples pacientes



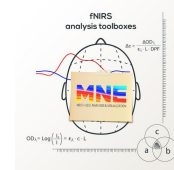
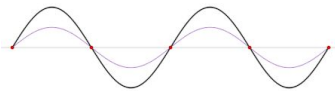
CHB-MIT Scalp EEG Database

969 Horas

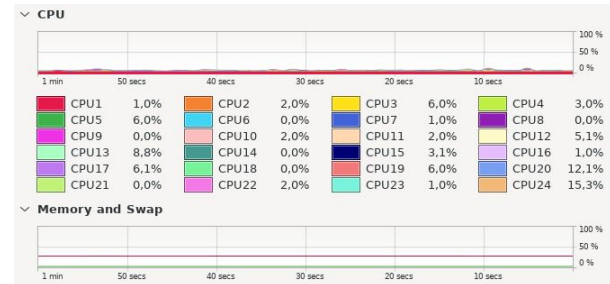
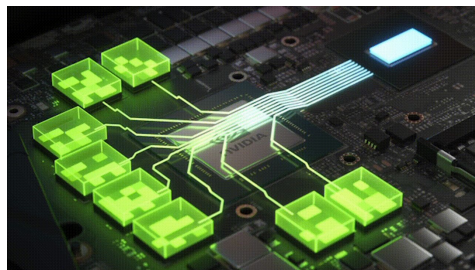
173 Crisis

43GB información

folder	Paciente Genero	Edad(años)
chb01	F	11
chb02	M	11
chb03	F	14
chb04	M	22
chb05	F	7
chb06	F	1.5
chb07	F	14.5
chb08	M	3.5
chb09	F	10
chb10	M	3
chb11	F	12
chb12	F	2
chb13	F	3
chb14	F	9
chb15	M	16
chb16	F	7
chb17	F	12
chb18	F	18
chb19	F	19
chb20	F	6
chb21	F	13
chb22	F	9
chb23	F	6



# Server Cluster



**Confidencial** Trabajo de Grado  
Maestria en Fisica

# Ondas cerebrales

#Programa de Deteccion de ondas  
#Author: Julio Andres Florez Realpe  
#Email: julio.a.florez@gmail.com  
#Licence GNU GPL  
#October 22.10.2022

```
import matplotlib.pyplot as plt
import mne
import numpy as np
file = "chb01_01.edf"
raw = mne.io.read_raw_edf(file, preload=True)
info = raw.info
channels = raw.ch_names
print(raw.info)
raw.plot()
plt.show()
```

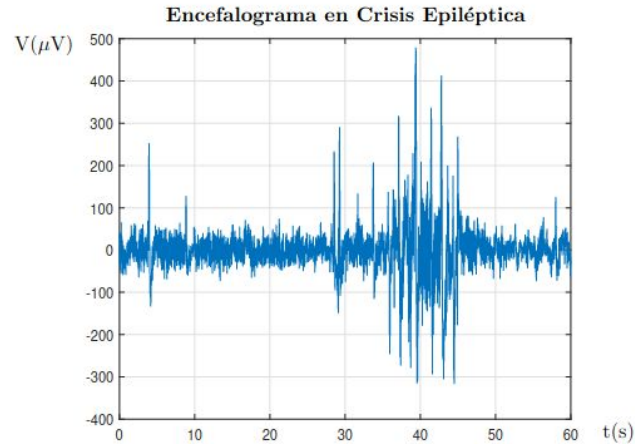
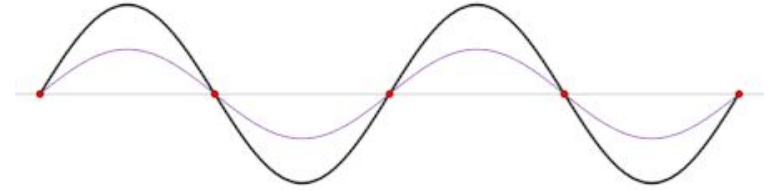
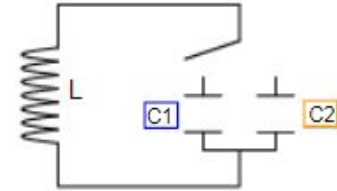
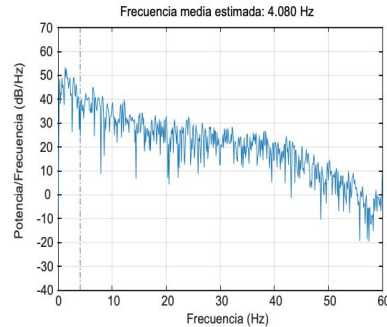
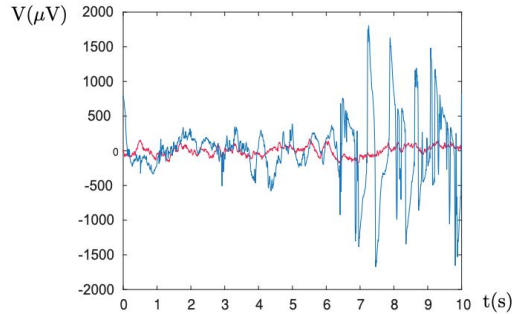
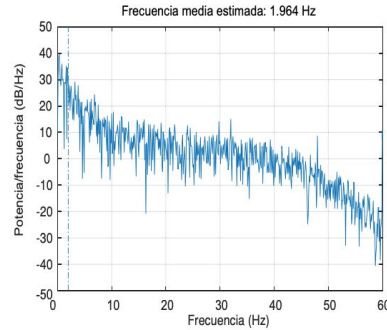
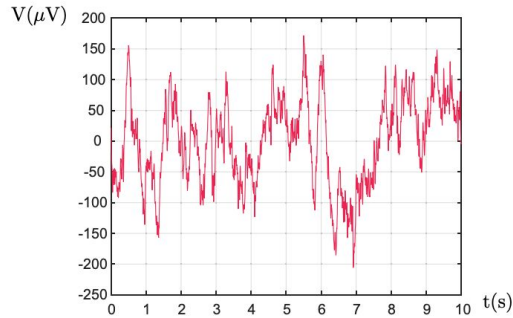
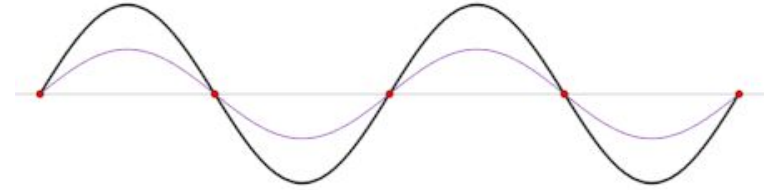


Figura 4.2: Datos para archivo chb01\_01.edf.

# Aplicación del modelo





# Aplicación del modelo

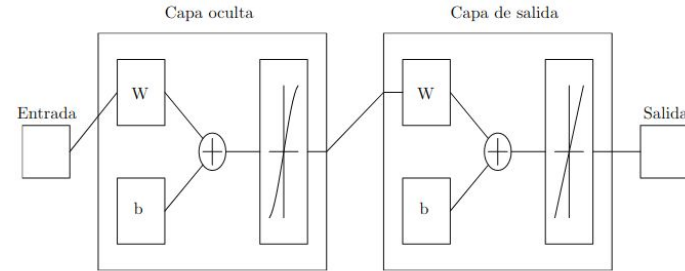
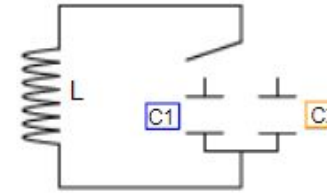
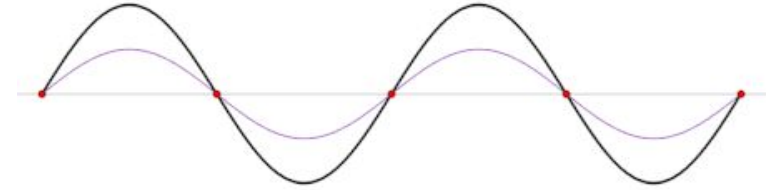
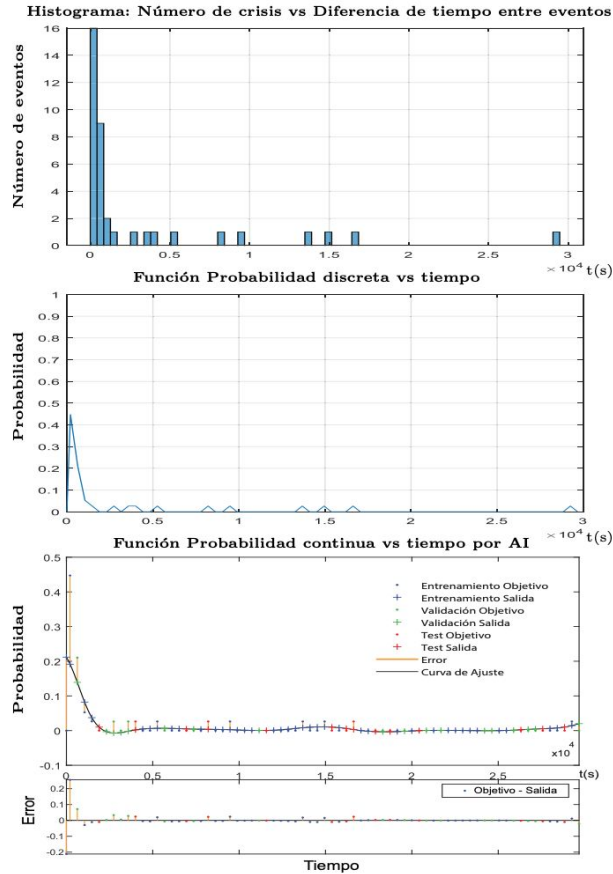
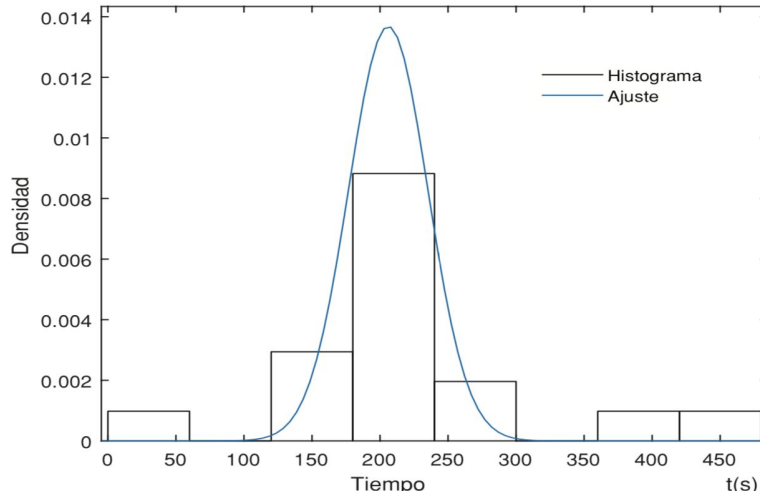


Figura 4.3: Red Neuronal.

# Aplicación del modelo

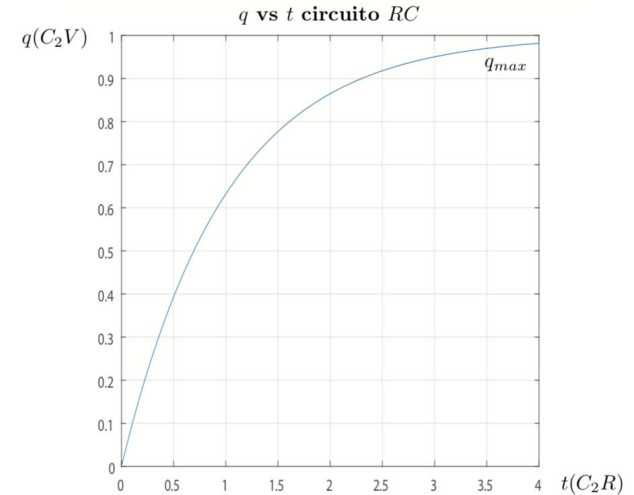
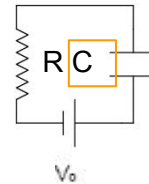
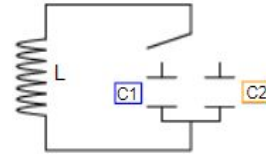
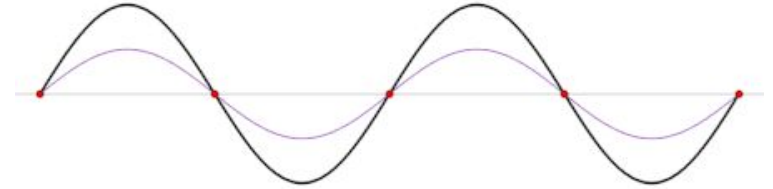
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$t = 4RC_2.$$

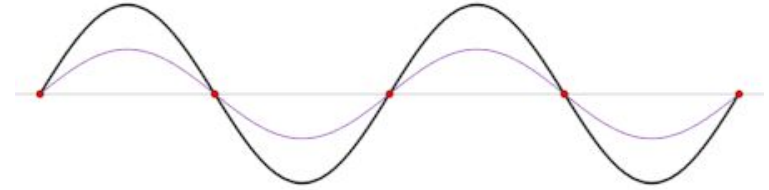


$$C_2 = 206 \times (1,8 \times 10^{-6}) = 378,67 \times 10^{-6} \mu F \Rightarrow C_2 = 378,67 \pm 14,31 \mu F$$

$$L_2 = \frac{1}{4\pi^2(4\text{Hz})^2(378,67\mu F)} = 4,17\text{H} \Rightarrow L_2 = 4,17 \pm 0,15\text{H}.$$

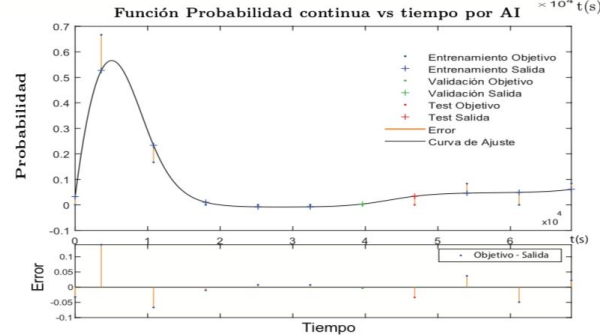
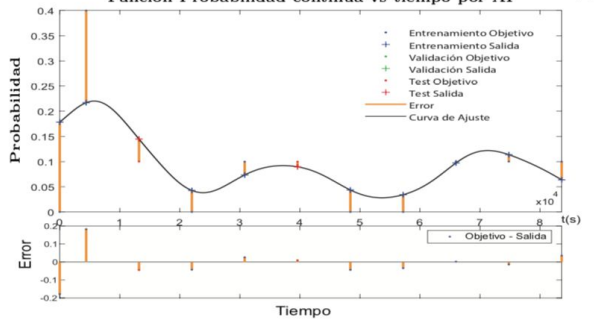
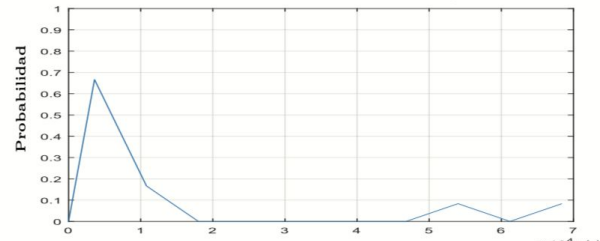
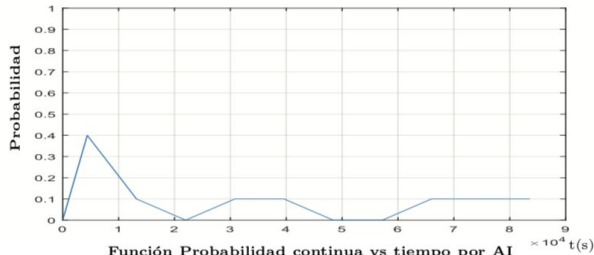
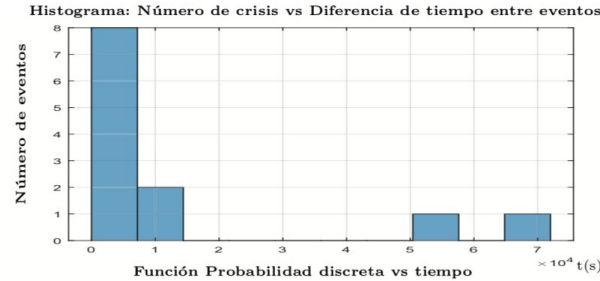


# Aplicación del modelo

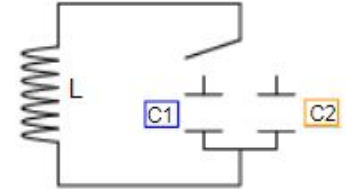


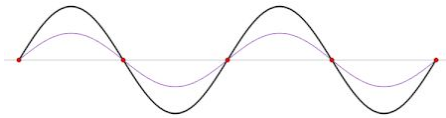
CHB13

CHB06



Ref **Confidencial**  
Julio Florez trabajo de grado





Ref ALIP Corp [www.alip.us](http://www.alip.us)



[Home](#) [About Us](#) [Technology](#) [People](#) [Investors](#) [Contact Us](#)

Endorse us @  
**mc** mass  
CHALLENGE

## The Next Generation

Medical & Defense  
Imaging-Detection Technology



Security Technology

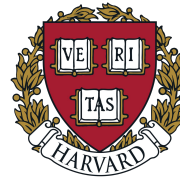


Medical Diagnostics Technology

ALIP with its proprietary technology offers physicians, doctors, radiologists, and security personal an invaluable tool to solve the problems related to resolution, fast tracking, accuracy, liquid detection and chemical detection. This technology avoids the secondary damaging effects which are so often seen with existing imaging devices such as MRI, CT-Scans and X-Ray.



[Careers](#) [News](#)



# AI Code

```
function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Auto-generated by MATLAB, 11-Dec-2022 20:30:55.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
% x = Qx1 matrix, input #1
% and returns:
% y = Qx1 matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

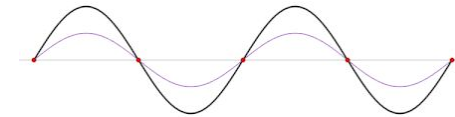
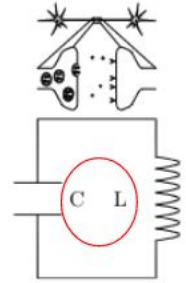
% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1.xoffset = 0;
x1_step1.gain = 6.84931506849315e-05;
x1_step1.ymin = -1;

% Layer 1
b1 =
[-13.968485996278120709;-10.793665186608755846;7.7410395517960237655;4.8434684775797514078;-1.3692665283490152994;1.49334399448952703;
IW1_1 =
[14.031517576607367204;14.066290343443574429;-13.981962172534920796;-13.946911051375121104;14.031345254441822235;14.01632359277029316;

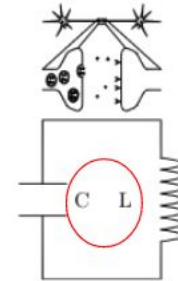
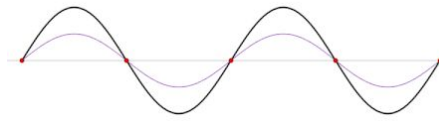
% Layer 2
b2 = -0.50307186137070836196;
LW2_1 = [0.26414994009302622535 -0.08572187166566602734 0.0025995276197291472542 0.02147869417478856513 -0.014184143203330945582
0.032135417642530583748 -0.021931070802540864051 -0.012593585972367538073 -0.54201991480047639893 0.22395239866083233027];

% Output 1
y1_step1.ymin = -1;
y1_step1.gain = 0.03;
y1_step1.xoffset = 0;
```



# AI Code

```
% ===== SIMULATION =====  
  
% Dimensions  
Q = size(x1,1); % samples  
  
% Input 1  
x1 = x1';  
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1);  
  
% Layer 1  
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);  
  
% Layer 2  
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;  
  
% Output 1  
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1);  
y1 = y1';  
end  
  
% ===== MODULE FUNCTIONS =====  
  
% Map Minimum and Maximum Input Processing Function  
function y = mapminmax_apply(x,settings)  
y = bsxfun(@minus,x,settings.xoffset);  
y = bsxfun(@times,y,settings.gain);  
y = bsxfun(@plus,y,settings.ymin);  
end  
  
% Sigmoid Symmetric Transfer Function  
function a = tansig_apply(n,-)  
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end  
  
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function  
function x = mapminmax_reverse(y,settings)  
x = bsxfun(@minus,y,settings.ymin);  
x = bsxfun(@rdivide,x,settings.gain);  
x = bsxfun(@plus,x,settings.xoffset);  
end
```



**Neural wave: The Brain dynamic neural equation, patterns and alert by Artificial Intelligence to predict future seizures on Epileptic patients.**

Julio Andres Florez Realpe \*  
ALIP Corporation

April 29, 2023

**Abstract**

El presente trabajo muestra un modelo cerebral que permite comprender la dinámica cerebral de millones de neuronas interconectadas. El modelo explica el origen de las ondas cerebrales, características del estado neuronal de un paciente, cuantifica patrones microscópicos de funcionamiento neuronal a partir de patrones macroscópicos medibles que pueden ser aplicados en el estudio de diversas enfermedades neurológicas como el Alzheimer, Parkinson, Epilepsia, entre otros. El modelo ayuda a comprender las ondas cerebrales del EEG de los pacientes epilépticos, lo que permite a los médicos predecir ataques epilépticos antes de que ocurran y ajustar el tratamiento y la medicación en consecuencia. En el campo médico, permite rastrear el estado mental del paciente, lo que ayuda a hacer un seguimiento de forma realista, a través de ondas como la escala de Glasgow, y predice una huella mental que caracteriza de forma única el cerebro de cada paciente. Finalmente, utilizando Inteligencia Artificial, el modelo predice los constantes anormales y el pico de descarga de un ataque epiléptico, lo que permite detectar eventos epilépticos antes de que ocurran.

**1 Introduction**

La evolución y comprensión de la actividad cerebral es el mayor reto de la fisiología y la medicina, su importancia y dificultad radica en la gran cantidad de células involucradas y el limitado conocimiento de cómo funciona el cerebro en su conjunto. En el último siglo se han realizado importantes aproximaciones al conocimiento fisiológico que han permitido el desarrollo de diferentes fármacos para el tratamiento de diversas enfermedades, sin embargo quedan muchas preguntas sin respuesta.

Por otra parte clínicamente el estado neurológico de conciencia de un paciente es evaluativo basado en una escala como la escala de Glasgow y siempre ha existido la necesidad de determinar el estado neurológico cuantitativamente.

El presente trabajo aborda estos problemas y los conceptos desarrollados están basados en pacientes con epilepsia pero sus resultados son más allá de esta enfermedad y pueden ser aplicables a todas las enfermedades mentales ya que los parámetros obtenidos para caracterizar el estado mental de los pacientes permiten predecir el comportamiento mental crítico para prevenir y tratar un trastorno neurológico. En este trabajo analizamos señales EEG de pacientes epilépticos así como técnicas de inteligencia artificial para obtener la función de probabilidad de crisis de estos pacientes y constantes neurológicas.

\*Electronic address: julio.a.florez@gmail.com. Corresponding author

**2 Methods**

Para estudiar las ondas cerebrales y la actividad cerebral se utilizó la Base de datos CHB-MIT Scalp EEG [1] (desarrollada en el MIT (Massachusetts Institute of Technology)

La epilepsia [1] es una enfermedad que afecta a millones de personas en el mundo, es un trastorno neurológico que provoca en los pacientes convulsiones, pérdida del conocimiento y efectos severos a corto y largo plazo, su diagnóstico es basado en la EEG (Ella Interconectada contra la Epilepsia). Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) la epilepsia afecta a más de 50 millones de personas y alrededor de 2.3 millones son diagnosticadas con epilepsia cada año, por lo que tratar esta enfermedad es de suma importancia tanto para la población pediátrica por sus consecuencias neurológicas a largo plazo, como en cuanto a la población adulta por el riesgo de caídas y traumatismos craneoencefálicos que pueden poner en riesgo su vida.

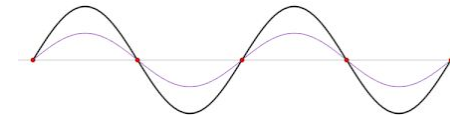
Este artículo muestra un modelo Físico-Matemático-Computacional, para entender la enfermedad desde el punto de vista fisiológico, el cual puede ser aplicado a otros trastornos neurológicos según DSM [2] como el Alzheimer Parkinson entre otros ya que las constantes obtenidas pueden ser aplicable a diferentes enfermedades neurológicas.

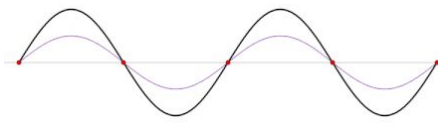
**ALIP Innovation**



**Project Title:** Neural Wave: Sistema Neural de detección de Huella Neuronal digital patrones y alerta por Inteligencia Artificial con Amplificación Lock-in de ondas Neuronales para pacientes Epilépticos  
**Record number:** 91287  
**Date of filing:** 25/03/2022 03:58 PM  
**Verification Code:** 328ED0BDC9BAECA69B0E3EB5F72E2C15  
**State:** RADICADO

REQUISITO DE GESTIÓN DE ADQUISICIONES Y TRANSFERENCIAS DE BIENES Y SERVICIOS	
Modalidades en lo que se realizarán las adquisiciones y transferencias de bienes y servicios:	Análisis de Costos
Títulos a los que se adquieren o se transfieren los bienes:	Una Hoja de los diligencios que se asignan al proyecto perteneciente a ALIP Corporation
Características de los bienes y servicios:	Tecnología - Transferencia Tecnológica
<b>FIRMA</b>	
 Julio Andres Florez Realpe Representante Legal Alip Cooperation	 JHON ROLAN Gobernador de Arriba



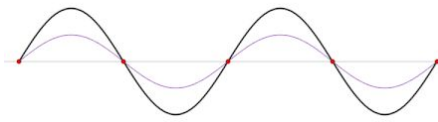


# Conclusiones

- Logré desarrollar un modelo Físico-matemático para determinar el aura del evento epiléptico con la función de probabilidad que lo describe.
- Describí la sinapsis neuronal con un nuevo modelo físico-matemático.
- Realizé un estudio fisiopatológico de la enfermedad epiléptica y encontré una ecuación de dinámica cerebral
- A Partir de mi modelo de sinapsis neuronal extendí el modelo a pacientes epilépticos y este modelo extendido explica por que hay un aumento de la amplitud de la onda observado asi como el cambio de frecuencia observada.
- Encontré que esta función de probabilidad es particular en cada paciente estudiado en el trabajo y permite estimar cuando puede ocurrir el evento.
- Encontré que el paciente chb12 fue el que presentó más crisis epilépticas de los 23 pacientes de la database CHB-MIT Scalp EEG y describi su primer pico epileptico.
- Propongo una metodología para estimar la probabilidad de eventos tipos LC en neuronas sin embargo mi metodología podría aplicarse a otro tipo de eventos físico.
- Mi estudio pretende dar un aporte al entendimiento del funcionamiento fisiopatológico de las enfermedades mentales mediante mi modelo físico-matemático.



# Bibliografía



- [1] Iwasa J, Marshall W, Karp G. Karp's cell and molecular biology : concepts and experiments. 8th ed. John Wiley & Sons; 2016.
- [2] Gartner L, Hiatt J. Color atlas of histology. 7th ed. Wolters Kluwer; 2018.
- [3] Hall E, Guyton M. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 14th ed. Elsevier; 2021.
- [4] Herculano-Houzel S. The human brain in numbers: a linearly scaled-up primate brain. *Front Hum Neurosci.* 2009; 3:31. doi: 10.3389/neuro.09.031.2009.
- [5] Hammond C, Cellular and Molecular Neurophysiology: Academic Press; 4th ed; 2015.
- [6] Hodgkin A, Huxley A. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve. *J Physiol.* 1952; 117(4):500-44. doi: 10.1113/jphysiol.1952.sp004764.
- [7] Kandel E. The Biology of Memory: A Forty-Year Perspective. *Journal of Neuroscience.* 2009; 29(41), 12748–12756. doi:10.1523/jneurosci.3958-09.2009.
- [8] Kandel E, Koester J, Mack S. Principles of Neural Science. 6th ed. McGraw-Hill; 2021.
- [9] Carlsson A. Brain Neurotransmitters in Aging and Dementia: Similar Changes Across Diagnostic Dementia Groups. *Gerontology.* 1987; 33(3-4), 159–167. doi:10.1159/000212870
- [10] Eccles Carew J. Some Aspects of Sherrington's Contribution to Neurophysiology. *Notes and Records of the Royal Society,* 1957; 12(2), 216–225. doi:10.1098/rsnr.1957.0012.
- [11] Nishi A, Gretchen L, Greengard P. Bidirectional Regulation of DARPP-32 Phosphorylation by Dopamine. *The Journal of Neuroscience.* 1997; 17(21), 8147–8155. doi:10.1523/jneurosci.17-21-08147.
- [12] Girault J, Greengard P. The neurobiology of dopamine signaling. *Arch Neurol.* 2004; 61(5):641-4. doi:10.1001/archneur.61.5.641.
- [13] Greengard P. *Bioscience Reports.* 2001; 21(3), 247–269. doi:10.1023/a:1013205230142.
- [14] Duman J, Forte J. What is the role of SNARE proteins in membrane fusion?. *American Journal of Physiology-Cell Physiology,* 2003; 285:2, C237-C249; <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00091.2003>.
- [15] Nuwer R, Comi G, Emerson R, Fuglsang-Frederiksen A. IFCN standards for digital recording of clinical EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology.* 1998; 106(3), 259–261. doi:10.1016/s0013-4694(97)00106-5.
- [16] Brenner G, Stevens C. *Pharmacology-Saunders.* 4th ed. Elsevier; 2013.
- [17] Chen Z, Rollo B, Antonic-Baker A, et al. New era of personalised epilepsy management *BMJ* 2020; 371 :m3658 doi: 10.1136/bmj.m3658.
- [18] Jing J, Sun H, Kim JA, et al. Development of expert-level automated detection of epileptiform discharges during electroencephalogram interpretation. *JAMA Neurol.* 2020;77:103-8. doi:10.1001/jamaneurol.2019.3485.
- [19] Martín B, Sanz Molina A. *Redes neuronales y sistemas borrosos.* 2 ed, Alfaomega RA-MA; 2006.
- [20] Longo D, Fauci A, Kasper, Hauser S, Jameson L, Loscalzo J, Harrison *Principios de Medicina Interna.* 20th ed. McGraw Hill; 2020.
- [21] Goldman L, Ausiello D. Cecil, *Tratado de Medicina Interna.* 26 ed, Elsevier; 2021.
- [22] Fisher R, Cross J, French J, Higurashi N. Operational classification of seizure types by the International League Against Epilepsy: Position Paper of the ILAE Commission for Classification and Terminology. *Epilepsia.* 2017;58(4), 522–530. doi:10.1111/epi.13670



Universidad de **Nariño**  
TANTVM POSSVMVS QVANTVM SCIMVS



# Gracias

Neural Wave Sistema Neural de detección de Huella Neuronal digital, patrones y alerta por Inteligencia Artificial con Amplificación Lock-in de ondas Neurales para pacientes Epilépticos



Julio Andres Florez Realpe  
Medico - Fisico  
MSTE Technological Entrepreneurship