

CW-TEAMS: SOFTWARE PARA LA CONFORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO COLABORATIVO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS.

FRANCO ESTEBAN CÓRDOBA PÉREZ



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO
2019

CW-TEAMS: SOFTWARE PARA LA CONFORMACIÓN DE GRUPOS DE
TRABAJO COLABORATIVO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS.



FRANCO ESTEBAN CÓRDOBA PÉREZ

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
ingeniero de sistemas

Director: OSCAR REVELO SÁNCHEZ, M.Sc.

Co-Director: ALEXANDER BARÓN SALAZAR, M.Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO
2019

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor”.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Del Presidente Del Jurado

Firma Del Jurado

Firma Del Jurado

San Juan de Pasto, 2019

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Oscar Revelo Sánchez, por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación y el conocimiento compartido conmigo.

A todos los profesores, por todas sus enseñanzas y apoyo a lo largo del pregrado.

A la Vicerrectoría de Investigaciones, Postgrados y Relaciones Internacionales, por haber financiado el desarrollo de esta investigación dentro de la convocatoria para trabajos de grado 2017.

A toda la comunidad de Software Libre, por enseñarme el valor de compartir.

Dedicado a:

A mi madre Argenis Pérez,
por todo el apoyo brindado,
por los consejos que me ha dado,
por corregir mis errores,
por la motivación de luchar por mis sueños,
por orientar mí camino haciendo posible este logro,
por su gran amor incondicional.

A mi padre Franco Córdoba,
por estar presente conmigo brindándome su apoyo incondicional.

A mi hermano Diego Córdoba,
por todo el cariño y apoyo brindados,
en el transcurso de mi vida.

A mis compañeros y amigos,
por su compañía y apoyo en los momentos difíciles.

RESUMEN

Conformar equipos de trabajo equitativos es uno de los mayores retos en cualquier ámbito, dado que el equipo juega un papel importante en el éxito o fracaso de una actividad o proyecto. En este sentido, el presente trabajo se enfoca en la construcción de dos aplicativos web de código abierto, uno de ellos se centra en la conformación de grupos de trabajo colaborativo, donde se busca que estos sean de igual tamaño y equitativos respecto a más de un atributo. Debido a que la búsqueda exhaustiva no siempre será conveniente por la explosión combinatoria que puede presentarse, este sistema se basa en algoritmos genéticos donde intervienen los diferentes tipos de operadores genéticos para el proceso de selección hasta dar con una solución satisfactoria. También se presenta otro aplicativo web para la gestión de cuestionarios, especializado en cuestionarios tipo Big Five, el cual se encamina a medir aptitudes de personalidad y a la vez estos datos se pueden utilizar para alimentar el modelo de algoritmo genético en la conformación de grupos colaborativos.

Palabras clave: Trabajo colaborativo, algoritmos genéticos, conformación de grupos, gestión de cuestionarios.

ABSTRACT

Constituting equitable work teams is one of the greatest challenges in any field, given that the team plays an important role in the success or failure of an activity or project. In this sense, the present work focuses on the construction of two open source web applications, one of them focuses on the creation of collaborative workgroups, where they are intended to be of equal size and equitable with respect to more than one attribute. Because the exhaustive search will not always be convenient due to the combinatorial explosion that may occur, this system is based on genetic algorithms where the different types of genetic operators intervene for the selection process until a satisfactory solution is found. Another web application is also presented for the management of questionnaires, specialized in Big Five questionnaires, which is aimed at measuring personality aptitudes and at the same time these data can be used to feed the genetic algorithm model in the formation of collaborative groups.

KEYWORDS: Collaborative work, genetic algorithms, group formation, questionnaire management.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
Tema de Investigación	17
Área de Investigación.....	17
Línea de investigación.....	17
Planteamiento del Problema	17
Formulación del Problema.....	18
Objetivos de la Investigación.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos	18
Justificación	19
Delimitación	20
Organización Del Documento.....	20
Antecedentes	21
Supuestos teóricos de la investigación.....	23
Trabajo Colaborativo	23
Algoritmos Evolutivos	26
Algoritmos Genéticos.....	28
Optimización Multiobjetivo	34
Elitismo.....	35
Técnicas heurísticas para problemas combinatorios.....	36
Sistema de agrupamiento	43
Test de personalidad	46
Herramientas tecnológicas para la construcción del software	49
Metodología.....	59
Tipo de investigación.....	59
Diseño de la Investigación.....	60
Definición del Algoritmo Genético	61
Definición del Test Big-Five	62
Definición de la Tecnología.....	64
Desarrollo del Software.....	66

Prueba de Campo.....	73
1. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	74
Modelo propuesto	74
Algoritmo para la conformación de grupos.....	75
Spanish Big Five.....	84
Herramienta Desarrollada.....	84
ANÁLISIS, DISEÑO Y DESARROLLO.....	86
Participantes.....	87
CW-TEAMS	88
BF-MANAGER.....	99
Arquitectura del sistema	115
Casos de uso.....	128
Pruebas y Validación	152
Pruebas Unitarias	152
Validación del funcionamiento	153
Validación de eficiencia.....	159
2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	161
Discusión de Resultados.....	161
3. CONCLUSIONES.....	163
4. RECOMENDACIONES.....	164
5. BIBLIOGRAFIA.....	165
6. ANEXOS	169

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Juicio de Experto para cada Fase.....	61
Tabla 2. Personas y roles del proyecto.....	68
Tabla 3. Pila de producto o Product Backlog CW-TEAMS y BF-MANAGER.....	68
Tabla 4. Datos iniciales de cada miembro.....	75
Tabla 5. Características normalizadas a uno.....	76
Tabla 6. Representación de un individuo.....	77
Tabla 7. Individuos Ejemplo.....	78
Tabla 8. Ejemplo del promedio de cada característica de cada grupo.....	78
Tabla 9. Individuos ejemplo con su media de aptitud correspondiente.....	81
Tabla 10. Probabilidades de Selección y Acumuladas para cada individuo.....	81
Tabla 11. Información Participante 1.....	87
Tabla 12. Información Participante 2.....	87
Tabla 13. Información Participante 3.....	87
Tabla 14. Objetivo OBJ-001 CW-TEAMS.....	88
Tabla 15. Objetivo OBJ-002 CW-TEAMS.....	88
Tabla 16. Requisito IRQ-001 CW-TEAMS.....	89
Tabla 17. Requisito IRQ-002 CW-TEAMS.....	90
Tabla 18. Requisito IRQ-003 CW-TEAMS.....	91
Tabla 19. Requisito IRQ-004 CW-TEAMS.....	91
Tabla 20. Requisito de interfaz INRQ-001 CW-TEAMS.....	92
Tabla 21. Requisito de interfaz INRQ-002 CW-TEAMS.....	92
Tabla 22. Requisito de interfaz INRQ-003 CW-TEAMS.....	93
Tabla 23. Requisito de interfaz INRQ-004 CW-TEAMS.....	93
Tabla 24. Requisito de interfaz INRQ-005 CW-TEAMS.....	94
Tabla 25. Requisito de interfaz INRQ-006 CW-TEAMS.....	94
Tabla 26. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_001.....	94
Tabla 27. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_002.....	95
Tabla 28. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_003.....	96
Tabla 29. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_004.....	96
Tabla 30. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_005.....	97
Tabla 31. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_006.....	97
Tabla 32. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_007.....	98
Tabla 33. Objetivo OBJ-001 BF-MANAGER.....	99
Tabla 34. Objetivo OBJ-002 BF-MANAGER.....	100
Tabla 35. Objetivo OBJ-003 BF-MANAGER.....	100
Tabla 36. Requisito de información IRQ-001 BF-MANAGER.....	101
Tabla 37. Requisito de información IRQ-002 BF-MANAGER.....	101
Tabla 38. Requisito de información IRQ-003 BF-MANAGER.....	102
Tabla 39. Requisito de información IRQ-004 BF-MANAGER.....	102
Tabla 40. Requisito de información IRQ-005 BF-MANAGER.....	103
Tabla 41. Requisito de información IRQ-006 BF-MANAGER.....	104
Tabla 42. Requisito de interfaz INRQ-001 BF-MANAGER.....	104

Tabla 43. Requisito de interfaz INRQ-002 BF-MANAGER	105
Tabla 44. Requisito de interfaz INRQ-003 BF-MANAGER	105
Tabla 45. Requisito de interfaz INRQ-004 BF-MANAGER	106
Tabla 46. Requisito de interfaz INRQ-005 BF-MANAGER	106
Tabla 47. Requisito de interfaz INRQ-006 BF-MANAGER	106
Tabla 48. Requisito funcional BFMANAGER_RF_001	107
Tabla 49. Requisito funcional BFMANAGER_RF_002	107
Tabla 50. Requisito funcional BFMANAGER_RF_003	109
Tabla 51. Requisito funcional BFMANAGER_RF_004	109
Tabla 52. Requisito funcional BFMANAGER_RF_005	110
Tabla 53. Requisito funcional BFMANAGER_RF_006	110
Tabla 54. Requisito funcional BFMANAGER_RF_007	111
Tabla 55. Requisito funcional BFMANAGER_RF_008	112
Tabla 56. Requisito funcional BFMANAGER_RF_009	112
Tabla 57. Requisito funcional BFMANAGER_RF_010	113
Tabla 58. Requisito funcional BFMANAGER_RF_011	113
Tabla 59. Descripción caso de uso: CU-001 Gestión de Grupos de Trabajo Colaborativo CW-TEAMS	129
Tabla 60. Descripción caso de uso: CU-002 Conformar grupos de Trabajo Colaborativo CW-TEAMS	130
Tabla 61. Descripción caso de uso: CU-003 Gestión de perfil de usuario CW-TEAMS..	132
Tabla 62. Descripción caso de uso: CU-004 Gestión de usuarios CW-TEAMS.....	134
Tabla 63. Descripción caso de uso: CU-005 Gestión de copias de seguridad CW-TEAMS	136
Tabla 64. Descripción caso de uso: CU-001 Gestión de cuestionarios BF-MANAGER..	138
Tabla 65. Descripción caso de uso: CU-002 Gestión de cuestionarios tipo BigFive BF- MANAGER	140
Tabla 66. Descripción caso de uso: CU-003 Visualización de Estadísticas y Resultados de los cuestionarios BF-MANAGER	142
Tabla 67. Descripción caso de uso: CU-004 Solucionar cuestionario BF-MANAGER....	144
Tabla 68. Descripción caso de uso: CU-005 Gestión de grupos BF-MANAGER.....	145
Tabla 69. Descripción caso de uso: CU-006 Gestión de perfil de usuario BF-MANAGER	147
Tabla 70. Descripción caso de uso: CU-007 Gestión de usuarios BF-MANAGER	149
Tabla 71. Descripción caso de uso: CU-008 Gestión de copias de seguridad BF- MANAGER	150
Tabla 72. Datos de los miembros de prueba CW-TEAMS	154
Tabla 73. Resultados Esperados de prueba CW-TEAMS	155
Tabla 74. Datos Ingresados de prueba BF-MANAGER.....	156
Tabla 75. Resultados Esperados (Aplicando normalización en base [0,1]) prueba BF- MANAGER	158
Tabla 76. Datos, asignaciones y resultados de prueba BF-MANAGER	159

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Dimensiones y subdimensiones del Big Five	48
Figura 2. Diseño de la Investigación	60
Figura 3. Algoritmos utilizados en diferentes investigaciones.....	62
Figura 4. Arquitectura aplicaciones	66
Figura 5. Metodología Scrum.....	68
Figura 6. Sprints mensuales (CW-TEAMS y BF-MANAGER).....	70
Figura 7. Progreso Sprint.....	70
Figura 8. Pirámide de Cohn	73
Figura 9. Ejemplo de Discretización número de una característica	75
Figura 10. Resultados esperados para la conformación de grupos.....	77
Figura 11. Ejemplo de media de aptitud esperado	79
Figura 12. Esquema general de un Algoritmo Genético	80
Figura 13. Representación de la selección por ruleta	82
Figura 14. Operador C1 Modificado	83
Figura 15. Ejemplo del operador de cruce	83
Figura 16. Formato de archivo de texto para subir a la herramienta	85
Figura 17. Ventana de asignación de parámetros de la herramienta.	86
Figura 18. Resultado obtenido por la aplicación CW-Teams.....	86
Figura 19. Modelo Entidad - Relación CW-TEAMS.....	115
Figura 20. Modelo Entidad - Relación BF-MANAGER.....	116
Figura 21. Datos utilizados en CW-TEAMS	117
Figura 22. Logo CW-TEAMS	122
Figura 23. Logo BF-MANAGER	128
Figura 24. Diagrama Caso de uso General CW-TEAMS.....	129
Figura 25. Diagrama caso de uso: CU-001 Gestión de Grupos de Trabajo Colaborativo CW-TEAMS	130
Figura 26. Diagrama caso de uso: CU-002 Conformar grupos de Trabajo Colaborativo CW-TEAMS	132
Figura 27. Diagrama caso de uso: CU-003 Gestión de perfil de usuario CW-TEAMS....	134
Figura 28. Diagrama caso de uso: CU-004 Gestión de usuarios CW-TEAMS.....	135
Figura 29. Diagrama caso de uso: CU-005 Gestión de copias de seguridad CW-TEAMS	137
Figura 30. Diagrama Caso de uso General BF-MANAGER	138
Figura 31. Diagrama caso de uso: CU-001 Gestión de cuestionarios BF-MANAGER....	140
Figura 32. Diagrama caso de uso: CU-002 Gestión de cuestionarios tipo BigFive BF- MANAGER	142
Figura 33. Diagrama caso de uso: CU-003 Visualización de Estadísticas y Resultados de los cuestionarios BF-MANAGER	144
Figura 34. Diagrama caso de uso: CU-004 Solucionar cuestionario BF-MANAGER.....	145
Figura 35. Diagrama caso de uso: CU-005 Gestión de grupos BF-MANAGER.....	147

Figura 36. Diagrama caso de uso: CU-006 Gestión de perfil de usuario BF-MANAGER	148
Figura 37. Diagrama caso de uso: CU-007 Gestión de usuarios BF-MANAGER	150
Figura 38. Diagrama caso de uso: CU-008 Gestión de copias de seguridad BF-MANAGER	152
Figura 39. Test para CW-TEAMS	153
Figura 40. Test para BF-MANAGER	153
Figura 41. Resultados esperados de prueba CW-TEAMS	155
Figura 42. Resultados Obtenidos de prueba BF-MANAGER	158
Figura 43. Resultado esperado por el algoritmo propuesto	217
Figura 44. Formato de archivo de texto para subir a la herramienta.	218
Figura 45. Ventana de asignación de parámetros de la herramienta.	218
Figura 46. Resultados de las pruebas.....	219

LISTA DE ANEXOS

1.	Certificaciones de Expertos	169
2.	Formato de un Sprint	172
3.	Formato de una historia de usuario	172
4.	Formato de un ticket (tarea).....	173
5.	Sprints CW-BF.....	174
6.	Plantilla reuniones de retrospectiva	181
7.	Autorización Utilización prueba Spanish BF.....	182
8.	Formato de consentimiento informado.....	186
9.	Códigos QR de repositorios en GitHub	187
10.	Manuales de Usuario	188
11.	Certificados de Registro a la DNDA	212
12.	Articulo Presentado en CAEPIA 2018	214
13.	Resumen Presentado en CACIED 2017	220
14.	Acuerdo de Aprobación VIPRI.....	221

INTRODUCCIÓN

La calidad y la mejora continua son los pilares fundamentales en el progreso de diferentes áreas, como lo pueden ser las áreas laborales o de educación. Debido a esto se deben buscar nuevas estrategias para la mejora, una de estas es el trabajo colaborativo que se define como una estrategia de cooperación y aprendizaje en grupos de trabajo, en donde se organizan pequeños grupos en los que cada miembro tiene objetivos en común que han sido establecidos previamente y sobre los cuales se realizó el trabajo¹, en oposición al trabajo individual y competitivo de partes separadas de miembros.

La formación de grupos es un paso importante y complejo para diseñar actividades eficaces de trabajo colaborativo. A través de la selección adecuada de los individuos pertenecientes a un grupo, es posible crear ambientes que favorezcan la aparición de interacciones significativas, y, por lo tanto, aumentar el aprendizaje sólido y el crecimiento intelectual.

Debido a que cada individuo tiene una personalidad propia y peculiar, existirán muchas combinaciones para formar grupos dando lugar a espacios de búsqueda muy grandes por lo que no se podría formar grupos mediante técnicas determinísticas, dando lugar a un problema de Optimización Multiobjetivo donde ya no se busca una solución óptima, sino un conjunto de soluciones posibles de calidad equivalente. Para la solución de este tipo de problemas destacan los Algoritmos Evolutivos que han demostrado ser especialmente adecuados para la optimización multiobjetivo y dentro de estos los Algoritmos Genéticos, los cuales simulan en un computador el proceso de selección del “más apto” obteniendo así la población más óptima según los criterios de selección.

Por lo tanto, en la presente investigación se planteó el desarrollo de dos aplicativos web, uno de ellos se construyó basándose en las habilidades de cada integrante para poder conformar grupos de trabajo colaborativo heterogéneos. Estas habilidades fueron evaluadas mediante test de aptitud incorporados en el segundo aplicativo mediante un gestor de cuestionarios, y utilizando como técnica de agrupamiento y de optimización los algoritmos genéticos.

¹ CABERO, J. y MÁRQUEZ, D. (dirs): Colaborando-aprendiendo. La utilización del vídeo en la enseñanza de la geografía. 1997. Kronos, Sevilla. ISBN 84-89673-21-7.

Tema de Investigación

Conformación de grupos de trabajo colaborativo.

Área de Investigación

El desarrollo de la investigación involucró la apropiación y aplicación de conocimiento relacionado con las áreas de Ingeniería de Software (IS), Optimización de sistemas e Inteligencia Artificial (IA).

Línea de investigación

La presente investigación correspondió a la Línea de Software y Manejo de Información, con enfoque en Inteligencia Artificial e Ingeniería de Software, y también correspondió a la línea de investigación de Optimización de Sistemas, con enfoque en Probabilidades.

Planteamiento del Problema

Actualmente se ha evidenciado la importancia del trabajo en equipo, donde sus integrantes no solo trabajen juntos, sino que a través de la colaboración puedan cumplir una meta que no se puede lograr individualmente, desarrollando así diferentes destrezas en sus integrantes como lo son: el trabajo en equipo, adquisición de nuevos conocimientos y habilidades sociales. Se debe tener en cuenta que al formar varios grupos de trabajo, estos deben ser totalmente equitativos ya que se ha comprobado la desigualdad en cuanto a rendimiento de ciertos grupos frente a otros, de esta manera afecta su avance en el tema que se esté tratando.

Por este motivo se consideró importante buscar estrategias para la conformación de equipos de trabajo en escenarios de aprendizaje colaborativo, donde las habilidades de cada integrante se complementen, permitiendo así obtener mejores niveles de colaboración. Una opción para lograr esta meta es utilizar los recursos tecnológicos como soporte en la conformación de dichos grupos.

Consecuente con esto, se ha evidenciado la inexistencia de un sistema de agrupamiento que sea de código abierto, fácilmente adaptable y escalable, que apoye la conformación de grupos de trabajo para entornos de aprendizaje colaborativo, basándose en test de aptitudes que evalúen las diferentes habilidades que posee cada participante como sus rasgos de personalidad.

Formulación del Problema

Al dar inicio a la investigación se planteó el siguiente interrogante que posteriormente fue solucionado con el desarrollo del proyecto:

¿Cómo conformar grupos de trabajo colaborativo de una manera eficiente y eficaz, siendo estos homogéneos entre sí pero heterogéneos internamente y teniendo en cuenta diferentes características de cada miembro?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Desarrollar un sistema de agrupamiento asistido por computador basado en algoritmos genéticos, que permita apoyar la conformación de grupos para entornos de trabajo colaborativo, de acuerdo con los rasgos de personalidad de sus integrantes.

Objetivos Específicos

- Caracterizar los diferentes algoritmos empleados o que se pueden emplear para la conformación de grupos de trabajo en entornos colaborativos.
- Caracterizar los criterios de selección para conformación de grupos de trabajo en entornos colaborativos.
- Desarrollar un sistema de gestión de cuestionarios y estadísticas que apoye la medición de rasgos de personalidad.
- Desarrollar un sistema de agrupamiento basado en algoritmos genéticos, teniendo como criterio de selección y evaluación los rasgos de la personalidad

de cada individuo e integrarlo dentro del sistema de gestión de cuestionarios mencionado anteriormente.

- Verificar el funcionamiento del sistema mediante su utilización en actividades colaborativas desarrolladas en el curso de Investigación de Operaciones del Programa de Ingeniería de Sistemas.

Justificación

El trabajo colaborativo implica una cooperación que es muy útil para sus integrantes según el constructivismo social, el cual afirma que las personas activamente construyen conocimiento mientras interactúan con su ambiente ya que trabajan conjuntamente para agilizar la formación de algún tema en específico, generando una comunidad de aprendizaje; dado el hecho de que se está realizando una tarea en compañía facilitado por la interacción social, la interacción entre pares, la cooperación y la evaluación. También se debe tener en cuenta que “en el trabajo colaborativo se conforman grupos según criterios de heterogeneidad respecto tanto a características personales como de habilidades y competencias de sus miembros, lo cual propicia la complementariedad”².

Teniendo en cuenta lo anterior, surgió la necesidad de crear grupos de trabajo para entornos de aprendizaje colaborativo como estrategia para la mejora del rendimiento de sus integrantes, debido a esto se propuso crear un sistema de agrupamiento integrado en un aplicativo web, el cual se basa en las habilidades de cada integrante para conformar grupos de trabajo colaborativo heterogéneos, estas habilidades son evaluadas teniendo en cuenta test de aptitudes incorporados en un segundo aplicativo web que se desarrolló conjuntamente.

Cabe resaltar que el gestor de cuestionarios, uno de los aplicativos web propuestos, también es una herramienta muy útil para cualquier área que utilice test para sus procesos, ofreciendo una interfaz de edición gráfica para la creación y administración de forma fácil y rápida, por ejemplo, en el área de Psicología los test son ampliamente utilizados para identificar ciertos aspectos de los individuos, ya sea inteligencia, personalidad, habilidad, aptitud, actitud, etcétera, utilizando así estos resultados para elaborar un psicodiagnóstico.

² CALDEIRO, Graciela Paula; VIZCARRA, Mónica del Carmen. El trabajo cooperativo en el aula [en línea], 2005. Disponible en Internet: < https://educacion.idoneos.com/dinamica_de_grupos/trabajo_cooperativo/>

Dentro del aplicativo web, para la evaluación de datos y obtención de grupos de trabajo colaborativo distribuidos homogéneamente no es posible utilizar métodos de búsqueda exhaustiva, ya que no es conveniente dada la explosión combinatoria que se presenta; debido a esto se debe contar con una búsqueda inteligente que permita encontrar una solución que satisfaga la condición requerida. Por esta razón, se contó con el apoyo de algoritmos genéticos como método de búsqueda ya que estos son adaptativos y permiten encontrar buenas soluciones en tiempos razonables. Frente a esto, se destacó la interdisciplinariedad del presente trabajo de grado, en donde se trabajan elementos de psicología organizacional, inteligencia artificial e ingeniería de software aportando en la construcción de conocimiento íntegro y el hallazgo de una solución a una dificultad desde diferentes perspectivas.

Cabe resaltar que este trabajo formó parte de uno de mayor alcance (tesis doctoral), en el cual se buscó proponer un modelo para la conformación de grupos en escenarios de aprendizaje colaborativo, conformación basada en rasgos de la personalidad. El presente proyecto aportó parte del componente tecnológico y operativo del proceso de investigación.

Delimitación

El trabajo realizado se enfocó en la creación de un sistema de agrupamiento asistido por computador, el cual utilizó rasgos de la personalidad de cada individuo como criterio de agrupamiento. El sistema se complementó con un aplicativo web modular para la gestión de cuestionarios, cuantificación y estadísticas en donde inicialmente se trabajó con test que miden tres aptitudes de los participantes según sus rasgos de personalidad: inteligencia, habilidades comunicativas y capacidad de liderazgo. El sistema utilizó algoritmos genéticos como técnica de optimización para la evaluación y obtención de grupos de trabajo distribuidos de forma óptima según los criterios de agrupamiento.

Organización Del Documento

Este documento se organizó en Capítulos; en el capítulo 2 se abordan los conceptos relacionados con Algoritmos Genéticos (AG) y Trabajo Colaborativo. En el capítulo siguiente se describe la metodología aplicada con sus diferentes fases y a continuación se tiene la descripción de los resultados obtenidos con la investigación realizada. Posteriormente se discuten algunos aspectos encontrados

durante el desarrollo de la investigación y se describen las conclusiones obtenidas. Finalmente se realizan algunas recomendaciones que pueden ser consideradas para futuras investigaciones.

Tópicos del marco teórico

Antecedentes

Muchos expertos en el tema del trabajo colaborativo consideran que la conformación de grupos se debe hacer de forma independiente por los miembros de los mismos, lo cual no siempre produce buenos resultados. Debido a esto, los estudios se centran principalmente en la interacción o correcto funcionamiento del trabajo colaborativo pero se deja a un lado la conformación de grupos.

Tras el proceso de búsqueda de antecedentes que aporten al proceso de contextualización de la investigación, se encontraron proyectos de investigación realizados en diferentes áreas de aplicación, en su mayoría orientadas a la conformación de grupos en entornos educativos. A continuación se citan investigaciones destacadas:

A nivel internacional:

- **Forming Reasonably Optimal Groups (FROG)**³, en el cual se plantea que existen herramientas para facilitar el proceso de conformación de grupos definiendo un modelo matemático para la formación de estos teniendo en cuenta un conjunto de atributos. Se muestra el proceso de implementación de un optimizador que utiliza un algoritmo evolutivo para crear grupos de acuerdo con los criterios del instructor.
- **A Group Formation Tool for e-Learning Environments**⁴, donde se presenta una herramienta para formación de grupos basada en la web, apoyando al instructor para crear grupos homogéneos y heterogéneos basándose hasta en tres criterios para gestionar el agrupamiento.

³ CRAIG, Michelle; HORTON, Diane; PITT, François. Forming Reasonably Optimal Groups (FROG). Florida, EE. UU: University of Toronto.2010. p. 142.

⁴ PAPANIKOLAOU, Kyparisia A; CHRISTODOULOPOULOS, Christos. A Group Formation Tool for e-Learning Environments. University of Piraeus.2010.

- **An Evolutionary Subspace Clustering Algorithm For High-Dimensional Data**⁵, donde se presenta un algoritmo o para la generación de agrupaciones de grandes conjuntos de datos con muchos atributos. Un algoritmo evolutivo se utiliza para formar grupos de atributos relevantes.
- **A Method for Group Formation Using Genetic Algorithm**⁶, en este artículo se presenta un método para la formación de grupos utilizando algoritmos genéticos, donde los miembros de cada grupo se generarán basándose en la habilidad de programación de cada uno.
- **An Enhanced Genetic Approach to Composing Cooperative Learning Groups for Multiple Grouping Criteria**⁷, donde se propone un algoritmo genético mejorado para organizar grupos de aprendizaje cooperativo que cumplan múltiples criterios de agrupación.
- **Genetic Algorithm for Forming Student Groups Based on Heterogeneous Grouping**⁸, en este trabajo se propone un enfoque para formar grupos de estudiantes en una universidad para asegurar el desarrollo de software donde los productos puedan ser entregados con éxito a tiempo.
- **Forming Homogeneous, Heterogeneous and Mixed Groups of Learners**⁹, en este trabajo se presenta una herramienta para la formación de grupos, denominada OmadoGenesis, presentando los algoritmos implementados y su funcionalidad.
- **Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literature**¹⁰, en esta investigación lleva a cabo un mapeo sistemático con el objetivo de resumir los estudios sobre algoritmos para la formación de grupos en contextos CSCL (Computer Supported Cooperative Learning).

A nivel nacional:

⁵ NOURASHRAFEDDIN, Seyednaser; ARNOLD, Dirk; MILIOS, Evangelios. An Evolutionary Subspace Clustering Algorithm for High-Dimensional Data. Halifax, Nova Scotia: Dalhousie University. 2007.

⁶ ANI, Zhamri C. *et al.* International Journal on Computer Science and Engineering. A Method for Group Formation Using Genetic Algorithm. Vol. 02, No. 09. 2010.

⁷ HWANG, Gwo-Jen. *et al.* Educational Technology & Society. An Enhanced Genetic Approach to Composing Cooperative Learning Groups for Multiple Grouping Criteria. 2008. p. 150.

⁸ SUKSTRIENWONG, A. (s.f.). Genetic Algorithm for Forming Student Groups Based on Heterogeneous Grouping. THAILAND: Bangkok University.

⁹ GOGOULOU, Agoritsa. *et al.* Forming Homogeneous, Heterogeneous and Mixed Groups of Learners. Athens, Greece: University of Athens.

¹⁰ CRUZ, Wilmax. M; ISOTANI, Seiji. Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literature. Brazil: University of Sao Paulo. 2014

- **Uso de tests de aptitud y algoritmos genéticos para la conformación de grupos en ambientes colaborativos de aprendizaje**¹¹, donde se muestra una estrategia para conformar grupos examinando diversas aptitudes de los estudiantes como habilidades en liderazgo, comunicación e inteligencia alimentando un modelo de algoritmos genéticos que se encarga de realizar la agrupación de una manera iterativa buscando una repartición óptima.
- **Agrupamiento homogéneo de elementos con múltiples atributos mediante algoritmos genéticos**¹², donde se describe el problema general de agrupamiento, particularmente aquel en el que se busca conformar grupos de igual tamaño y equitativos respecto a más de un atributo, y en cual también se propone un método basado en algoritmos genéticos.

A nivel regional: Ya que no se ha encontrado una investigación similar a nivel regional, el presente trabajo de investigación es pionero a este nivel, el cual puede ser tomado como referente para nuevas investigaciones o para expandir la misma.

Supuestos teóricos de la investigación

Trabajo Colaborativo

El pasar de los años ha traído consigo muchos avances, desde nuevas tecnologías, hasta la forma de hacer el trabajo. Se pasó del trabajo individual, al trabajo en conjunto, llamado también trabajo de colaboración o Trabajo colaborativo; el cual se ha visto cada vez más incorporado en el mundo actual gracias a la inclusión del uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en todos los ámbitos. Así, el trabajo colaborativo se presenta como “el conjunto de estrategias organizacionales, más las herramientas tecnológicas, que pretenden implantar en la organización el trabajo en grupo, tendiente a maximizar los resultados y minimizar la pérdida de tiempo y de información”¹³.

¹¹ DELEON, Andrés. F; GÓMEZ, Sebastian y MORENO, Julian. Uso de test de aptitud y algoritmos genéticos para la conformación de grupos en ambientes colaborativos de aprendizaje. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2009. p.166.

¹² MORENO, J., RIVERA, J. C., y CEBALLOS, Y. F. (s.f.). AGRUPAMIENTO HOMOGÉNEO DE ELEMENTOS CON MÚLTIPLES ATRIBUTOS MEDIANTE ALGORITMOS GENÉTICO (D. d. Matemáticas, Ed.). [En línea]. Universidad Eafit. Disponible en Internet: <<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25666/39193>>

¹³ LUCERO, María. Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. Revista Iberoamericana de Educación. 2003

El trabajo colaborativo combina el trabajo individual dentro de un grupo de trabajo para lograr un objetivo común, en condiciones en las que todos los miembros deben cooperar en la realización de una tarea. Sin embargo, a diferencia de la cooperación pura, donde las tareas a realizar se dividen de modo tal que los individuos trabajan y construyen conocimiento sobre una base individual, “el trabajo en colaboración permite compartir las producciones y los resultados de las tareas realizadas por el grupo en su totalidad”¹⁴ ; permitiendo alcanzar metas gracias al trabajo en conjunto de todos sus integrantes, reduciendo así la carga del trabajo individual y mejorando diferentes habilidades grupales e individuales.

El impulso de esta concepción de trabajo en las grandes industrias, en los ambientes educativos y empresariales, en combinación con las herramientas tecnológicas, permite propiciar la participación en grupos de trabajos a personas que pueden encontrarse distantes físicamente pero que pretenden realizar las mismas actividades y lograr un mismo fin; lo que ha generado el desarrollo de una serie de aplicaciones informáticas, conocidas como Groupware “que apoyan el trabajo de grupos de personas que se encuentran comprometidas en un objetivo común, y que proveen a ese grupo de un ambiente de trabajo compartido”¹⁵. Es importante destacar que un Groupware no es sólo tecnología, es también social, lo que la convierte en tecnología colaborativa donde el aspecto humano y social es de vital importancia colocando en primer lugar a las personas antes que a las herramientas y demás recursos tecnológicos.

Ahora bien, si las personas son la prioridad dentro del trabajo colaborativo, hay que centrarse mucho en ese ser social que va a ser parte del grupo de trabajo, es decir, hay que tener en cuenta sus interacciones con los demás, sus expresiones faciales, sus gestos, sus posturas, sus reacciones, incluso muchas veces se tiene en cuenta la manera en que se visten y la forma en que se relacionan con el entorno, pero en las interacciones remotas que se ven dentro del trabajo colaborativo, no tenemos acceso a toda esta información. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que al formar varios grupos de trabajo, estos deben ser totalmente equitativos ya que de lo contrario se generara desigualdad en cuanto a rendimiento de ciertos grupos frente a otros, afectando su avance en el tema que se esté tratando y la desigualdad de oportunidades. En otras palabras se desea lograr grupos de trabajo que sean lo más similares entre sí (inter homogéneos),

¹⁴ CATALDI, Z. y CABERO, Julio. La evolución de los aprendizajes en los grupos de trabajo colaborativo usando tecnología informática, Comunicación y Pedagogía, 209. 2006. p 19-27

¹⁵ BRAVO, Olga. Trabajo en colaboración mediado por las Tecnologías De Información Y Comunicación PROPUESTA METODOLÓGICA. Equipo Editorial Programa de Informática de la Federación Internacional de Fe y Alegría. Caracas. 2007. p. 25

pero que al interior de cada uno de ellos se potencie las diferencias individuales de los integrantes que los conforman (intra heterogéneos). Permitiendo así obtener logros globales que son similares entre sí. También se debe tener en cuenta que en el trabajo colaborativo se constituyen grupos según criterios de heterogeneidad respecto tanto a características personales como de habilidades y competencias de sus miembros, lo cual propicia la complementariedad.¹⁶

Precisamente, el trabajo colaborativo según Román¹⁷, posee una serie de características que lo diferencian del trabajo en grupo y de otras modalidades de organización grupal, como son:

- Se encuentra basado en una fuerte relación de interdependencia de los diferentes miembros que lo conforman, de manera que el alcance final de las metas concierna a todos los miembros.
- Hay una clara responsabilidad individual de cada miembro del grupo para el alcance de la meta final.
- La formación de los grupos en el trabajo en colaboración es heterogénea en habilidad y características de los miembros; en oposición, en el aprendizaje tradicional de grupos, éstos son más homogéneos.
- Todos los miembros tienen su parte de responsabilidad para la ejecución de las acciones en el grupo.
- La responsabilidad de cada miembro del grupo es compartida.
- Se persigue el logro de objetivos a través de la realización (individual y conjunta) de tareas.
- Existe una interdependencia positiva entre los sujetos.
- El trabajo colaborativo exige a los participantes: habilidades comunicativas, relaciones simétricas y recíprocas y deseo de compartir la resolución de tareas

Sin embargo, en muchas organizaciones, la razón de su éxito es el trabajo en grupo efectivo pero generalmente los grupos que forman sin consideraciones cuidadosas (es decir, aleatoriamente) a menudo esto causa problemas tales como la participación desproporcionada de individuos, desmotivación y resistencia al trabajo en grupo en las actividades futuras.

¹⁶ FRAILE, Lobato C. Hacia una comprensión del aprendizaje cooperativo. Revista de Psicodidáctica No.4. España. 1997. ISSN: 1136-1034

¹⁷ ROMAN, Pedro. El Trabajo Colaborativo en Redes. Análisis de una experiencia en la R.A.C.S. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, España. 2002.

En este sentido, pongamos por caso, en el ámbito educativo según Abrami y Philip C.¹⁸, los estudiantes tienden a formar grupos utilizando la proximidad, los estudiantes que se sientan al lado o cerca, o también basándose en la amistad o intereses comunes en un tema, estos grupos generalmente resultan ser homogéneos. En estos casos se podría facilitar una comunicación armoniosa pero también puede conducir a resultados ineficaces debido a la falta de perspectivas múltiples.

En consecuencia, hay varias búsquedas entorno a mecanismo que permitan la conformación de grupos de trabajo colaborativo; por ejemplo, a través del proceso de selección de las personas a participar en un grupo, se puede analizar y combinar características tales como antecedentes culturales, conocimientos, habilidades, estilos de aprendizaje, las funciones, objetivos, intereses, las calificaciones, la disponibilidad para reuniones, y así sucesivamente.

Por lo tanto, se ve la necesidad de encaminar la presente investigación en el estudio de esta forma de trabajo, tomando como eje principal el desarrollo de un software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo, incorporando varios enfoques de estudio como la implementación de algoritmos genéticos, haciendo énfasis en los aspectos sociales de la interacción entre los miembros de un equipo de trabajo en colaboración.

Algoritmos Evolutivos

“Los algoritmos evolutivos constituyen una técnica general de resolución de problemas de búsqueda y optimización. Su forma de procesamiento se ha inspirado en la teoría de evolución de las especies”¹⁹, más específicamente de las ideas de evolución natural que fue propuesto por Charles Darwin²⁰, quien afirma que la evolución de las especies se debe al principio de selección natural, que favorece la supervivencia y multiplicación de aquellas especies que están mejor adaptadas a las condiciones de su entorno. Además, Darwin señala que las mutaciones también son relevantes para la evolución. De allí que los Algoritmos genéticos trabajan con “una colección o *población* de soluciones candidatas o

¹⁸ ABRAMI, Philip C. Classroom Connections: A Guide to Cooperative Learning. 1995

¹⁹ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 15.

²⁰ DARWIN, Charles. On the Origin of Species by Means of Natural Selection. London: Murray. 1859. 502 p.

individuos, para los que se calcula una medida de su *adaptación* o capacidad de ser solución al problema a resolver”²¹.

En ese sentido, “los Algoritmos Genéticos reúnen característica de búsqueda aleatoria con características de búsqueda dirigida que provienen del mecanismo de selección de los individuos más adaptados”²² lo que les permite abordar problemas complejos de búsqueda y optimización que surgen en las ingenierías y en los diversos campos científicos, siendo aplicables a problemas reales de cualquier disciplina.

Por lo tanto, los distintos algoritmos evolutivos que se pueden formar responden a un esquema básico común²³ y comparten una serie de propiedades como:

- Procesan simultáneamente un conjunto de soluciones, ya que trabajan con “*individuos*”, que como se había mencionado anteriormente, constituyen aquellas soluciones candidatas o potenciales. El conjunto de todos ellos forma la “*población*” con la que trabaja el algoritmo.
- La composición de la población se va modificando a lo largo de las iteraciones del algoritmo, dando paso a las “*generaciones*”, en las cuales no solo se modifica el número de copias de un individuo, sino que también pueden aparecer nuevos individuos mediante operaciones de transformación conocidas como “*Operadores Genéticos*”.
- Cada generación incluye un proceso de “*Selección*” de forma que después de cierto número de generaciones se espera que el mejor individuo de la población esté cerca de la solución buscada, pues los mejores individuos seleccionados son aquellos que dan lugar a los mejores valores ya sean máximos o mínimos dependiendo de la función de adaptación del algoritmo. Resaltando que los algoritmos evolutivos también combinan la búsqueda aleatoria, dada por las transformaciones de la población, con una búsqueda dirigida dada por la selección.

Así mismo, las variantes más conocidas de los algoritmos evolutivos son “los algoritmos genéticos, programas de evolución, algoritmos genéticos de

²¹ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 19.

²² ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 19.

²³ *Ibíd.*, p. 20.

codificación real y la programación evolutiva”²⁴, y serán los Algoritmos genéticos en los cuales se enfocó la presente investigación.

Merece importancia mencionar que los Algoritmos evolutivos y su codificación son de gran utilidad en la resolución de distintos problemas, facilitando las tareas de diseño e implementación al momento de programar.

Algoritmos Genéticos

Uno de los tipos de algoritmos más populares son los Algoritmos Genéticos o AGs, cuyos principios básicos fueron propuestos por Holland²⁵ en 1975 quién presenta un modelo matemático que permite la no linealidad de la adaptación como un proceso biológico, por el cual los organismos evolucionan reorganizando el material genético para sobrevivir en los ambientes que los confrontan. “Los algoritmos genéticos se caracterizan por representar las soluciones al problema que abordan en forma de cadena de bits”²⁶ convirtiéndose en uno de los más eficientes con una implementación sencilla.

Los algoritmos genéticos “modelan el proceso de evolución como una sucesión de frecuentes cambios en los genes, con soluciones análogas a cromosomas”²⁷. Estos algoritmos trabajan con una población de cadenas binarias para la representación del problema, y el espacio de soluciones posibles es explorado aplicando transformaciones a éstas soluciones candidatas tal y como se observa en los organismos vivientes, a través de: cruce, inversión y mutación.

Generalmente, los algoritmos genéticos utilizan como método de selección el mecanismo de la ruleta a veces con elitismo. “Constituyen el paradigma más completo de la computación evolutiva ya que resumen de modo natural todas las ideas fundamentales de dicho enfoque”²⁸. Además, son muy flexibles ya que pueden adoptar con facilidad nuevas ideas, generales o específicas, que surjan dentro del campo de la computación evolutiva y es una de las investigaciones con

²⁴ *Ibíd.*, p. 28.

²⁵ HOLLAND, John H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann Arbor: University of Michigan Press. 1975. 232 p.

²⁶ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. *Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico*. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 27.

²⁷ ANDALUZ, Alfonso M. *Algoritmos Evolutivos y Algoritmos Genéticos*. Universidad Carlos III, Madrid. Disponible en: <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/estudios/aeag.pdf>

²⁸ *Ibíd.*, p. 6

mayor base teórica. Por lo tanto, el gran campo de aplicación de los algoritmos genéticos se relaciona con aquellos problemas para los cuales no existen técnicas especializadas, y es que frecuentemente, se utilizan para resolver los problemas que pueden ser planteados de forma matemática o modelada.

Elementos de un Algoritmo Genético

Para ejecutar un Algoritmo Genético se necesitan una serie de parámetros de funcionamiento como el tamaño de la población. “Una vez que el algoritmo dispone de los valores para estos parámetros, comienza generando una población de individuos, cada uno de los cuales es un candidato a ser solución del problema”²⁹. El esquema general que se mencionó en los algoritmos evolutivos, da lugar a diversas clases de algoritmos en función de la representación adoptada para los individuos que componen la población. Dentro de cada una de esas clases, “cada algoritmo es un caso particular, no solo en función del problema en concreto, sino también dependiendo de la elección concreta de los métodos que se aplican en los distintos procesos involucrados, como la selección y la reproducción.”³⁰

Por lo tanto, un algoritmo genético debe regirse por elementos como:

- Esquema de codificación, o sea la manera en que se representa una posible solución al problema.
- Función de evaluación, que indica si un individuo es apto para resolver el problema planteado.
- Operadores básicos para la resolución del problema en cuestión.
- Parámetros que controlan el desempeño del algoritmo genético, los cuales pueden ser: probabilidad de cruce, probabilidad de mutación, tamaño de la población, número de generaciones, etc.

²⁹ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 28.

³⁰ *Ibíd.*, p. 28.

Representación de los Individuos

En los algoritmos genéticos, los individuos se representan como cadenas binarias, lo que les aporta características muy importantes de eficiencia, pero “es necesario disponer de un método para pasar de la representación binaria al espacio de búsqueda natural al problema”³¹ Con el método de transformación específico se puede evaluar la adecuación del individuo como solución al problema. De este modo, “se debe buscar una *codificación* tal que cada punto del espacio de búsqueda esté representado por el mismo número de cadenas binarias, y tal que sea capaz de representar todos los puntos del espacio del problema”³².

“Se conoce que un individuo está conformado por una serie de posiciones que representan cada una de las variables involucradas en los procesos de optimización y que son llamados *cromosomas*”³³, y es importante que cada posición tenga un significado para el problema, ya que de esta forma se favorece que los genes que dan alta calidad a un individuo sigan dando lugar a características de calidad en un nuevo individuo obtenido por alguna operación genética a partir del primero.

Población inicial y grado de adaptación de los individuos.

Generalmente la población inicial en un algoritmo genético se escoge generando valores al azar. “Los individuos de la población inicial suelen ser cadenas de ceros y unos generadas de forma completamente aleatoria, es decir, se va generando cada gen con una función que devuelve un cero (0) o un uno (1) con igual probabilidad”³⁴. Es importante resaltar que para el buen funcionamiento del algoritmo genético, es necesario que la población sea suficientemente variada para que el espacio de búsqueda permita ser utilizado en su totalidad.

Cuando se habla del grado de adaptación de los individuos en un algoritmo genético, se habla de la medición de la calidad relativa de los individuos que

³¹ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 29.

³² *Ibíd.*, p. 29.

³³ ANDALUZ, Alfonso M. Algoritmos Evolutivos y Algoritmos Genéticos. Universidad Carlos III, Madrid. Disponible en: <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/estudios/aeag.pdf>

³⁴ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 30.

compiten por aumentar su presencia en la población e involucrarse en las operaciones de reproducción. Es decir, se refiere a la *adaptación*³⁵ de cada individuo a ser solución de un problema de búsqueda u optimización. En algunos casos se hace necesario hacer algunas transformaciones a la función a optimizar o evaluar, para que coincida o se adapte al problema solución.

Proceso de selección

Existen varias formas para realizar un proceso de selección al que se debe someter la población del algoritmo genético para favorecer la cantidad de copias de los individuos más adaptados. Algunos de ellos son:

Selección proporcional o por ruleta: Es la técnica de selección más usada. Es un tipo de selección proporcional, esta técnica consiste, en asignar un segmento de la ruleta a los individuos en base a la aptitud de éstos y la aptitud total de la población actual, y girar la ruleta N veces como selecciones se requieran³⁶.

Muestreo estocástico universal: “El muestreo estocástico universal o SUS por su nombre en inglés (*Stochastic Universal Sampling*) es un algoritmo de muestreo que se implementa en una sola fase. Surgió con el fin de corregir algunos de los problemas del algoritmo de muestreo de ruleta”³⁷. El procedimiento es muy similar al de muestreo por ruleta, pero en este caso se genera un solo número aleatorio, y a partir de él se generan lo k números que se necesitan espaciados de igual forma. Una vez generados estos números, el método funciona de la misma forma que la selección por ruleta. Este método es más eficiente que el de ruleta.

Selección por torneo: Constituye un procedimiento de selección de padres muy extendido y en el cual la idea consiste en escoger al azar un número de individuos de la población, y de ella se selecciona el individuo de mejor valor de adaptación, se repite el proceso hasta que el número de individuos seleccionados coincida con el tamaño de la población³⁸. Habitualmente el tamaño del torneo es 2, y en tal

³⁵ *Ibíd.*, p. 30

³⁶ GOLDBERG, D. E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Reading, MA: Addison-Wesley. 1989.

³⁷ GOLDBERG, D. E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Reading, MA: Addison-Wesley. 1989.

³⁸ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. *Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico*. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 32.

caso se ha utilizado una versión probabilística en la cual se permite la selección de individuos sin que necesariamente sean los mejores.

Operadores Genéticos

En cada nueva generación se crean algunos individuos que no que no estaban presentes en la población anterior. Los nuevos individuos se crean aplicando ciertos operadores genéticos a individuos de la población anterior. Los operadores que suelen estar presentes en todo algoritmo genético son los operadores de cruce y mutación³⁹. Entre las formas más simples de estos operadores se tiene:

Operador de Cruce Monopunto: El operador de cruce combina propiedades de dos individuos de la población anterior para crear nuevos individuos. El operador Monopunto se convierte en la forma más simple del operador de cruce en los algoritmos genéticos. Este operador lo que hace es seleccionar al azar una única posición en la cadena de ambos padres e intercambiar las partes de los padres divididas por dicha posición⁴⁰.

Operador de Mutación Aleatoria bit a bit: El operador de mutación crea un nuevo individuo realizando algún tipo de alteración, usualmente pequeña, en un individuo de la población anterior. La forma más simple del operador de mutación es el operador de Mutación bit a bit, que consiste en cambiar el valor de una de las posiciones de la cadena; por ejemplo si es cero pasa a uno, y si es uno pasa a cero⁴¹. Para cada posición de cada individuo se comprueba la tasa de mutación, y si se cumple aplicamos es operador.

En muchas ocasiones la mutación da como resultado individuos con peor adaptación que los individuos originales, debido a que la mutación puede romper las posibles correlaciones entre genes que se hayan formado con la evolución de la población. Pero es importante resaltar que ayuda a mantener la diversidad de la población, algo fundamental para que el algoritmo funcione bien.

³⁹ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 36.

⁴⁰ *Ibíd.*, p. 36

⁴¹ *Ibíd.*, p. 37

El proceso de reemplazo

Los algoritmos genéticos generalmente mantienen un tamaño de población constante. Por lo tanto, para lograr mantener el tamaño de la población, los nuevos individuos creados mediante los operadores genéticos deben reemplazar a otros de la población anterior.

En este sentido, se consideran distintos tipos de algoritmos genéticos en función de la cantidad de individuos reemplazados en la población anterior, así:

- *Algoritmos genéticos generacionales*: En este tipo de algoritmo, la población se renueva por completo de una generación a otra⁴².
- *Algoritmos genéticos con estado estacionario*: En este caso se conserva parte de la población de generación en generación⁴³.

En el caso de los algoritmos genéticos con estado estacionario, existen varias posibilidades para establecer criterios de reemplazo, como son:

- *Reemplazo de los padres*: los hijos sustituyen a sus padres
- *Reemplazo aleatorio*: los individuos a eliminar se eligen aleatoriamente
- *Reemplazo de los individuos peor adaptados*: los individuos a eliminar se eligen aleatoriamente, pero solo entre los que tienen el valor de adaptación más bajo.
- *Reemplazo de individuos de adaptación similar*: Cada individuo nuevo reemplaza a un individuo de la población anterior que tiene un valor de adaptación similar al suyo.

Optimización combinatoria

La optimización combinatoria se refiere al conjunto discreto: finito o infinito numerable; de todas las posibles soluciones candidatas a un problema, por lo que la solución no tiene por qué ser única y que en caso de ser varias, son susceptibles de ser comparadas entre sí, y por ende, podemos encontrar unas mejores soluciones; e incluso, descartarlas como solución porque no cumplen algunas de las restricciones del problema a resolver. “Los problemas de optimización combinatoria son muy variados y no existe un prototipo, pero lo que sí tienen en

⁴² ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 37.

⁴³ *Ibíd.*, p.37.

común todos ellos es que el orden de los datos, valores o variables depende directamente del problema o del contexto.”⁴⁴

Algunos algoritmos de optimización combinatoria buscan soluciones a través del modelado, reduciendo el tamaño efectivo del espacio a buscar y explorando de modo eficiente dicho espacio. En estos problemas normalmente el espacio de soluciones está formado por ordenaciones de números naturales. La representación más adecuada de los individuos es mediante permutaciones de elementos.

Optimización Multiobjetivo

Los problemas multiobjetivo son muy frecuentes en el mundo real, es decir, a menudo se necesita optimizar simultáneamente varios aspectos de una situación. Se trata de la búsqueda de opciones considerando la optimización de varios objetivos en simultáneo y normalmente contrapuestos. Gran parte de los problemas del mundo real implican la optimización simultánea de varios objetivos que generalmente presentan conflictos entre ellos; es decir, la mejora en uno conduce a un deterioro en el otro. La presencia de tales tipos de problemas es tan significativa, que consume gran parte de nuestro tiempo cotidiano de decisión⁴⁵. Por ejemplo, el escoger el medio ideal para llegar al trabajo, elegir restaurante, hacer las compras en el supermercado, entre varias actividades cotidianas se convierten en situaciones o problemas que debemos resolver simultáneamente. También es el mismo tipo de problemas que enfrentan los ingenieros y técnicos a la hora de diseñar e implementar sistemas de todo tipo.

Por lo tanto, Un problema de optimización multiobjetivo (*MOP*) es aquel que incluye un conjunto de n variables de decisión, un conjunto de k funciones objetivo, y un conjunto de m restricciones de desigualdad y p restricciones de igualdad, en donde las funciones objetivo y las restricciones son funciones de las n variables de decisión⁴⁶.

⁴⁴ *Ibíd.*, p.91

⁴⁵ LÓPEZ, J. Optimización Multi-objetivo. Aplicaciones a problemas del mundo real. La plata: Editorial de la Universidad de la Plata. 2014

⁴⁶ ALVARADO, C., HERAZO, I., ARDILA, C., & Donozo, Y. Aplicación de NSGA-II y SPEA-II para la optimización multiobjetivo de redes multicast. Ingeniería & Desarrollo, 33. 2005.

Las dimensiones del espacio objetivo se corresponden con la cantidad de funciones a optimizar. En problemas multiobjetivo, este espacio es multi-dimensional, donde cada dimensión se corresponde con cada función objetivo a optimizar. Es importante la distinción entre el espacio de decisiones o espacio de búsqueda y el espacio objetivo. El primero corresponde al dominio de la función o funciones a optimizar, el segundo corresponde al co-dominio de la función o de las funciones y el espacio objetivo tiene tantas dimensiones como funciones se optimizan en forma simultánea.

Elitismo

El elitismo consiste en asegurar la supervivencia de los mejores individuos de la población. Se descubrió que el elitismo acelera la convergencia de funciones unimodales, es decir, con un único valor óptimo, y por tanto relativamente sencillas. Sin embargo, en funciones multimodales, más complejas, el elitismo puede degradar el comportamiento del algoritmo⁴⁷.

En este sentido, es importante tener en cuenta que la utilización del elitismo debe ser muy cuidadosa, teniendo en cuenta las condiciones del problema. Por lo tanto, el porcentaje de la población que puede formar parte de la élite debe ser pequeño, no mayor de 1 o un 2% del tamaño de la población. Por élite se entiende un grupo pequeño que por algún motivo, característica, facultad o privilegio, es superior o mejor en comparación al resto de una población determinada; con cualidades o prerrogativas de las que la gran mayoría no disfruta.

El mecanismo elitista pretende asegurar que aquel o aquellos individuos que son los más aptos de la población actual sobrevivan y continúen participando en el proceso evolutivo, pasando a la siguiente generación de manera intacta, sin recombinarse ni mutarse. Implementar este mecanismo asegura que la mejor aptitud encontrada hasta el momento, el mejor individuo hasta el momento, no se perderá en la siguiente generación. El elitismo es importante, pues garantiza, a través de pruebas matemáticas, la convergencia global del algoritmo genético. Se acepta que con el elitismo, cuando se mantiene una copia del mejor individuo es posible garantizar convergencia global para un problema de optimización. En este

⁴⁷ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p. 65.

dominio existen variantes de modelos elitistas a las que se denominan elitismo parcial y elitismo total. Por elitismo parcial se quiere decir que en una población de tamaño N se mantiene una copia de los mejores M individuos, hasta el total de generaciones definidas. Por elitismo total se entiende que se mantiene una copia de los mejores N individuos, el total de individuos de la población, hasta el total de generaciones definidas⁴⁸.

La forma más sencilla de implementar el elitismo para una élite de N individuos, es reservar los mejores individuos de la generación anterior. Hay que tener en cuenta que si se utiliza reemplazo inmediato, y los operadores de cruce y mutación, se pierden los mejores individuos. Sin embargo es importante que los individuos de la élite participen de las operaciones genéticas, ya que son los mejores⁴⁹.

Técnicas heurísticas para problemas combinatorios

Generalmente los algoritmos que exploran todas las posibles combinaciones de elementos forjan el uso de diferentes técnicas heurísticas ya sea para problemas combinatorios o simplemente se usan técnicas de búsqueda exhaustiva como también se le conoce.

Los algoritmos usados en problemas combinatorios raramente exploran todas las posibles combinaciones de elementos, sino que expanden las combinaciones más prometedoras, de acuerdo a un cierto criterio relacionado con la función objetivo que se pretende optimizar. Por lo tanto, las principales técnicas heurísticas para problemas combinatorios son:

Búsqueda local

La búsqueda local es un método metaheurístico para resolver problemas de optimización computacionalmente complejos. Los algoritmos de búsqueda local utilizan problemas que pretenden encontrar una solución óptima entre un número de soluciones candidatas. Estos algoritmos se mueven de una solución a otra en el espacio de las posibles soluciones (el espacio de búsqueda) mediante la aplicación de cambios locales, hasta que se encuentra la solución considerada

⁴⁸ GOLDBERG, D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Reading, MA: Addison-Wesley. 1989.

⁴⁹ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p.66.

óptima o transcurrido un plazo establecido. Los algoritmos de búsqueda local son algoritmos iterativos⁵⁰, con el siguiente esquema:

Los algoritmos parten de una solución inicial X_0 elegida por cualquier método. En cada iteración i , se calculan el conjunto de soluciones $N(X_i)$, formado por todas las soluciones factibles del problema que sean cercanas de la solución actual X_i .

Para cada solución cercana $X \in N(X_i)$, evalúan cuál sería su coste. Hay dos formas principales de realizar esta búsqueda:

Búsqueda de la mejor solución (best-fit): Se evalúan todas las soluciones del vecindario. Si ninguna tiene un coste estrictamente mejor que la solución actual, el algoritmo se detiene (X_i es la solución devuelta). En caso contrario, el algoritmo continúa siendo $X_{i+1} \in N(X_i)$.

Búsqueda primera solución (first-fit): Se evalúan según algún orden definido las soluciones cercanas. Cuando se encuentre una solución que tenga un coste estrictamente mejor que la solución actual, el algoritmo continúa en la siguiente iteración. Al encontrar una solución de mejora no se evalúan el resto de soluciones vecinas. Si ninguna solución vecina tiene un coste estrictamente mejor que la solución actual, el algoritmo se detiene (X_i es la solución devuelta).

Búsqueda tabú.

La búsqueda tabú (BT) es un algoritmo meta-heurístico que se distingue por el uso de una memoria adaptativa y de estrategias especializadas de procesamiento de información, fue desarrollado por F. Glover⁵¹ y varios investigadores la han utilizado para encontrar buenas soluciones a ciertos problemas.

A diferencia de otros algoritmos meta-heurísticos, los algoritmos de búsqueda tabú usan la memoria adaptativa, así hace uso de la historia en el proceso de búsqueda de la mejor solución al problema, haciendo referencia a cuatro dimensiones principales basadas en lo reciente, en la frecuencia, la calidad y la influencia⁵².

⁵⁰ PAVÓN, Pablo. Práctica 2. Algoritmos de búsqueda local (local search algorithms) y algoritmos avariciosos (greedy algorithms). Planificación y Gestión de redes. Universidad Politécnica de Cartagena. 2013. p.2

⁵¹ GLOVER, F. Tabu search - Part I, INFORMS Journal on Computing 1. 1989. p. 191.

⁵² GLOVER, F.; MELIAN, B. Búsqueda tabú, Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial 7(19): p. 29–48. 2003.

La Búsqueda tabú integra metodologías diseñadas para evitar óptimos locales y explorar nuevas regiones en el entorno de soluciones. Los procedimientos del algoritmo trabajan bajo la suposición de que se puede crear un vecindario de soluciones que pueden ser alcanzadas desde una posición inicial utilizando movimientos de permutación. Al realizar una permutación se intercambia una solución actual por otra del entorno de búsqueda de manera similar al algoritmo de búsqueda local⁵³.

La búsqueda tabú puede interpretarse como una búsqueda en el entorno con mecanismos más elaborados ya que utiliza la información histórica para seleccionar el siguiente movimiento en lugar de hacerlo de manera aleatoria. Siguiendo con la idea, el algoritmo de búsqueda tabú utiliza un método de búsqueda conocido como “*Movimiento tabú*”⁵⁴, el cual es un proceso de búsqueda constituido por una sucesión de movimientos, exigiendo que no se repitan dos movimientos en un periodo suficientemente corto. Para ello, hay que registrar los movimientos que han modificado las soluciones anteriores. De ahí el término de *memoria a corto plazo* que identifica esta búsqueda meta-heurística que prohíbe determinados movimientos utilizados en las últimas iteraciones. La memoria de los últimos movimientos trata de evitar repeticiones sistemáticas en el recorrido por el espacio de soluciones para diversificar así el esfuerzo de búsqueda.

Algoritmo Fuzzy C-Means

El algoritmo Fuzzy C-Means o C-Means es uno de los algoritmos para clustering de partición difusa más difundido. El algoritmo fue introducido por Ruspini⁵⁵ Se utiliza en múltiples ámbitos que van desde las ciencias sociales hasta la ingeniería pasando por la ciencia básica. Usual en el reconocimiento de patrones, la segmentación de imágenes, agrupamiento de imágenes, Big Data y un largo etc.

El uso de este algoritmo se ha extendido mayormente al clustering que es una técnica de asociación o agrupación de datos que comparten características similares. “El algoritmo permite asociar a cada dato con todos los clústeres

⁵³ VIDAL, Aitana. Algoritmos Heurísticos en Optimización. Trabajo de maestría: Universidad de Santiago de Compostela. p. 38. 2013

⁵⁴ *Ibíd.*, p.39.

⁵⁵ RUSPINI, Enrique H. Numerical methods for fuzzy clustering. Information Sciences, vol. 2, no. 3. 1970

definidos en el mismo espacio n-dimensional, es decir, un dato puede pertenecer a varios clústeres al mismo tiempo⁵⁶.

La ventaja de este algoritmo a otros que también trabajan en el principio de agrupación o clustering, es que los datos pueden estar suficientemente cerca de dos grupos de tal manera que es difícil etiquetar cualquiera de estos. El Fuzzy C-Means es un algoritmo desarrollado para resolver estos problemas, con particiones en que todos los datos tienen un grado de pertenencia para todos los grupos, y la suma de estos grados de pertenencia es igual a 1.

En fuzzy C-Means, cada dato está relacionado con cada clúster mediante una función de pertenencia, obviamente, la pertenencia es directamente proporcional a la distancia del dato al *centroide* del clúster. Un *centroide* es el dato que es capaz de representar las características de todos los datos pertenecientes a un conjunto.

Dado que el algoritmo se basa en iteraciones, estas se hacen en un determinado orden definido siguiendo algunos pasos⁵⁷ como:

- Fijar de manera aleatoria las coordenadas de los centroides.
- Calcular las distancias de cada dato a cada centroide.
- Calcular la pertenencia de cada dato a cada centroide.
- Asignar el dato al clúster de mayor pertenencia.
- Recalcular la posición de cada centroide.
- Si se alcanza el criterio de parada terminar, sino volver al paso 2

En este sentido, el criterio de parada puede ser seleccionado como una ecuación de estabilidad o pueden hacerse tantas iteraciones como se haya predeterminado. El criterio de parada, matemáticamente hablando, se establece mediante la comparación de la posición anterior de los centroides con la nueva posición.

⁵⁶ OTERO, Paola Andrea y GUERRERO, Fredy Mauricio. Clustering a partir de Fuzzy C-Means. Universidad de Cauca. p. 2. 2012

⁵⁷ *Ibíd.*, p.4.

Algoritmo de Hill Climbing

También es conocido como el método de ascenso de colinas. Usa una técnica de mejoramiento iterativo. Éste algoritmo pertenece a los de búsqueda local, y su implementación es bastante sencilla lo cual lo hace muchas veces la opción favorita por muchos a pesar de que existan algoritmos que puedan dar mejores y más exactos resultados.

El algoritmo puede ser utilizado en la resolución de problemas que tienen varias posibles soluciones pero en las cuales algunas son mejores que otras. El algoritmo se comienza con una de estas soluciones escogidas al azar. Y poco a poco va buscando una mejora a dicha solución, por más mínima que ésta sea. Si el nuevo punto es mejor, se transforma en el punto actual, si no, otro punto vecino es seleccionado y evaluado. Hasta que el algoritmo llega a un punto en el que ya no puede encontrar ninguna mejora a la solución y es entonces cuando termina. Por lo general cuando llega a éste punto la solución es bastante cercana a la más óptima, aunque nunca se puede garantizar que llegue a la óptima⁵⁸.

El algoritmo busca maximizar o minimizar una función $f(x)$ dada, donde “x” se refiere a estados discretos del problema. Estos estados usualmente son representados por vértices en una gráfica. Así el algoritmo va a seguir una gráfica de vértice a vértice, siempre aumentando o disminuyendo localmente el valor de la función hasta encontrar un máximo o mínimo local.

El algoritmo es útil si se tiene una “función heurística muy buena o cuando los operadores de transición entre estados tienen cierta independencia (conmutativa), que implica que la operación de un operador no altera la futura aplicación de otro”⁵⁹. Se puede realizar la búsqueda de dos maneras diferentes:

Escala Simple:

- Se dirige a un estado mejor que el actual
- Función heurística de proximidad
- No se almacenan los estados anteriores
- Es un método local, sus movimientos están determinados por ser mejor al anterior.

⁵⁸ VIDAL, Aitana. Algoritmos Heurísticos en Optimización. Trabajo de maestría: Universidad de Santiago de Compostela. p. 40. 2013

⁵⁹ *Ibíd.*, p. 40.

- Escala por máxima pendiente:
- Busca no solamente un estado mejor que el actual, si no el mejor de todos los estados posible, es una máxima pendiente.

Colonia de hormigas

Uno de los algoritmos de optimización más destacados es el de optimización por Colonia de hormigas ACO (Ant Colony Optimization). Se trata de un algoritmo inspirado en el comportamiento de las colonias de hormigas, que se ha aplicado a numerosos problemas de planificación y optimización de rutas⁶⁰.

Los estudios realizados explican cómo animales casi ciegos, como son las hormigas, son capaces de seguir la ruta más corta en su camino de ida y vuelta entre la colonia y una fuente de abastecimiento. Esto es debido a que las hormigas pueden transmitirse información entre ellas gracias a que cada una de ellas, al desplazarse, va dejando un rastro de una sustancia llamada feromona a lo largo del camino seguido.

Por lo tanto, los elementos principales de estos algoritmos son las hormigas artificiales, que son agentes simples que de forma individual o iterativa construyen soluciones al problema, previamente modelado en forma de grafo. Las hormigas exploran el grafo visitando nodos que estén conectados por enlaces. Una solución al problema es una secuencia ordenada de nodos⁶¹. El proceso de búsqueda se ejecuta en paralelo sobre varios caminos de construcción. El proceso de construcción de cada uno de estos caminos está guiado por la información contenida en una estructura dinámica sobre la efectividad de los resultados previos del camino.

Este mecanismo está inspirado en el proceso de construcción de rastros de feromonas de las hormigas. Es este sentido, el proceso llevado a cabo es que en cada iteración se lanza una colonia de m hormigas y cada una de las hormigas de la colonia construye una solución al problema. Las hormigas construyen las soluciones de manera probabilística, guiándose por un rastro de feromona artificial

⁶⁰ ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009. p.141.

⁶¹ *Ibíd.*, p. 142.

y por una información calculada a priori de manera heurística⁶². Si una hormiga se sitúa en una bifurcación después de t unidades de tiempo desde el inicio del experimento, y sabiendo que m_1 hormigas han utilizado la *ruta 1* y m_2 la *ruta 2*, la probabilidad de que la hormiga elija una de las dos rutas, respectivamente, es la siguiente:

$$P_1(m + 1) = \frac{(m_1 + k)^h}{(m_1 + k)^h + (m_2 + k)^h}$$

$$P_2(m + 1) = 1 - p_1(m + 1)$$

Donde k y h son parámetros del modelo que sirven de ajuste a los datos del experimento. Además, una vez que las hormigas han construido una solución, debe actualizarse la feromona.

El algoritmo de las hormigas trata de simular el comportamiento de las hormigas naturales. Este debe de ser capaz de admitir las tareas que realiza ´ la hormiga y simular el comportamiento del conjunto.

Algoritmo voraz

El algoritmo voraz debe su nombre a su comportamiento, pues en cada etapa toman lo que pueden sin analizar las consecuencias. “Un algoritmo voraz lo que busca es encontrar una solución, es decir, una asociación de valores a todas las variables tal que el valor de la función objetivo sea óptimo”⁶³. Para conseguirlo, el algoritmo sigue un proceso secuencial en el que a cada paso toma una decisión, de manera que decide qué valor del dominio le ha de asignar a la variable actual aplicando siempre el mismo criterio.

En este sentido, la decisión es localmente óptima, es decir, ningún otro valor de los disponibles para esa variable lograría que la función objetivo tuviera un valor mejor, y luego comprueba si la puede incorporar a la secuencia de decisiones que ha tomado hasta el momento, es decir, comprueba que la nueva decisión junto con todas las tomadas anteriormente no violan las restricciones y así consigue una nueva secuencia de decisiones factible. En el siguiente paso el algoritmo voraz se

⁶² *Ibíd.*, p. 142.

⁶³ ABAD, María Teresa. Algoritmos Voraces. Análisis y diseño de Algoritmos. Universidad Politécnica de Cataluña. 2008. p. 3.

encuentra con un problema idéntico, pero estrictamente menor, al que tenía en el paso anterior y vuelve a aplicar la misma función de selección para tomar la siguiente decisión. Esta es, por tanto, una técnica descendente. Pero nunca se vuelve a reconsiderar ninguna de las decisiones tomadas. Una vez que a una variable se le ha asignado un valor localmente óptimo y que hace que la secuencia de decisiones sea factible, nunca más se va a intentar asignar un nuevo valor a esa misma variable⁶⁴.

Por lo tanto, para construir la solución se dispone de un conjunto de candidatos. Durante el desarrollo del algoritmo se van formando dos conjuntos: los candidatos seleccionados y los rechazados. Además el algoritmo maneja la *función solución* que comprueba si los candidatos seleccionados hasta el momento constituyen una solución al problema, la *función factible* comprueba si un conjunto de candidatos podría llegar a convertirse en solución y la *función de selección* selecciona en cada etapa el mejor candidato para incluirle en la solución parcial.

La utilización de un algoritmo voraz para obtener la solución de un problema no garantiza que la solución obtenida sea la óptima pero, por el contrario e independientemente de que la consigan o no, el coste invertido es pequeño ya que el algoritmo sólo genera una de entre todas las posibles secuencias de decisiones.

Sistema de agrupamiento

Para llevar a cabo el presente proyecto y culminar la realización del software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo, es necesario tener en cuenta los diferentes sistemas de agrupamiento para organizar los grupos de trabajo. Generalmente los equipos pueden formarse al azar, o por decisión, pero en este caso se buscó formar equipos más heterogéneos, pues hay variedad de antecedentes que muestran que estos son más efectivos.

Para ello existen muchos métodos y técnicas, entre ellas se tiene el desarrollo de cuestionarios que permitan obtener información útil, como por ejemplo: experiencia en diferentes áreas, habilidades más relevantes, características más débiles, etc. Así, estos cuestionarios pueden ayudar a formar grupos con balance, variedad y compatibilidad, razón por la cual en esta investigación se optó por la

⁶⁴ ABAD, María Teresa. Algoritmos Voraces. Análisis y diseño de Algoritmos. Universidad Politécnica de Cataluña. 2008. p. 5.

construcción de un gestor de cuestionarios que sirva de soporte al software a desarrollar.

En este sentido, se manejan algunos conceptos muy relevantes en torno al sistema de agrupamiento usado en el presente trabajo, como son:

Trabajo Colaborativo Asistido por Computadora

El trabajo colaborativo asistido por computadora (CSCW o Computer Supported Cooperative Work, por sus siglas en inglés) es un área interdisciplinaria muy amplia, centrada más en aspectos sociales del trabajo en colaboración y no tanto en los tecnológicos. “Es un esfuerzo para entender la naturaleza y las características del trabajo cooperativo, con el objetivo de diseñar tecnologías computarizadas adecuadas para su apoyo”⁶⁵. Por lo tanto, tras el impulso en esta concepción de trabajo asistido por las tecnologías, se han desarrollado una serie de aplicaciones informáticas, conocidas como Groupware, que apoyan el trabajo de grupos de personas que se encuentran comprometidas en un objetivo común, y que proveen a ese grupo de un ambiente de trabajo compartido. La computación de grupos de trabajo extiende las capacidades de las PC en red más allá de los programas multiusuario simple, para permitir que grupos de personas trabajen en proyectos en conjunto y con facilidad.

Ahora, es importante destacar que CSCW y Groupware no significan lo mismo, pues mientras que el primero es una disciplina, el segundo es un tipo de aplicación informática. “Un mejor conocimiento de cómo la gente trabaja en equipo es previo y esencial al buen diseño y aprovechamiento de herramientas de Groupware”⁶⁶. Además, Groupware es un concepto un poco más social, ya que hace referencia a personas antes que a las herramientas usadas por ellas.

En ambientes de trabajo colaborativo asistido por computadora, se espera que la tecnología apoye procesos y momentos claves del quehacer organizacional y de trabajo como reuniones, comunicación o coordinación de tiempos; disminuyendo tiempos, controlando el hilo de reuniones, etc. En particular para cada una de las necesidades se ha intentado identificar los elementos que deben estar presentes y que garanticen óptimos resultados en los procesos grupales. De allí que se ha

⁶⁵ BRAVO, Olga. Trabajo en colaboración mediado por las Tecnologías De Información Y Comunicación PROPUESTA METODOLÓGICA. Equipo Editorial Programa de Informática de la Federación Internacional de Fe y Alegría. Caracas. 2007. p. 25

⁶⁶ *Ibíd.*, p.26.

introducido el uso de chats, correo electrónico, foros, o videoconferencias, que son el soporte inicial para trabajar en colaboración a través de computadores sin importar el lugar, la distancia o la diferencia horaria de los integrantes del equipo de trabajo.

Para que el trabajo en colaboración sea exitoso, es preciso contar con una base común a los integrantes del equipo, esto es, acuerdos con respecto a la manera de trabajar y comunicarse, de forma de asegurar que lo que se está comunicando sea correctamente entendido.

Gestor de cuestionarios.

Un gestor de cuestionarios se considera como una herramienta que permite proponer cuestionarios que generalmente son online y lanzarlos a un público que puede ser seleccionado de algún listado según las necesidades de la encuesta. Actualmente existen múltiples sistemas de encuestas en el mercado, desde sistemas de uso completamente gratuito y enfocado al público general, hasta sistemas más cerrados propiedad de grupos u organizaciones como universidades o empresas. No existe un modelo único de sistema gestor de encuestas, ya que cada uno presenta alguna particularidad, pero todos se basan en el mismo principio, crear encuestas, distribuir las, hacer que los usuarios las contesten para sacar el máximo de información sobre el tema propuesto y analizar sus resultados. Los temas de los cuestionarios son muy amplios, abarcan áreas de toda índole, así que el campo por el que un gestor puede escarbar es de un gran tamaño.

Es importante destacar que la totalidad de estos sistemas son servicios web, ya que esta plataforma permite que el encuestado no tenga que instalar en su dispositivo ningún tipo de software cliente específico para contestar una encuesta que puede que se resuelva en menos de un minuto. Además, el punto de entrada a estas encuestas suele ser el mismo para este tipo de aplicaciones, una URL que bien se envía a los encuestados mediante algún mecanismo de comunicación externo al aplicativo o mediante una notificación vía correo electrónico si es que la aplicación lo soporta⁶⁷.

⁶⁷ HERRERA, Alejandro. Software para la gestión y distribución de encuestas Opina Versión 2.8. Universidad Autónoma de Barcelona. p. 2.

De esta manera, los gestores de cuestionarios se han convertido en la forma más eficaz para aplicar encuestas que permitan conocer las opiniones, estadísticas y medir cualquier otro aspecto que se desee analizar. Es cierto que muchas veces el público se suele negar a rellenar un cuestionario porque generalmente consideran que es una pérdida de tiempo, lo importante es lograr transmitir el mensaje para cambiar su percepción y conseguir los resultados esperados. En la web, existen muchos gestores de cuestionarios que se han convertido en herramientas útiles para organizaciones y academias, por lo que se ha extendido su uso a nivel mundial, como ejemplo tenemos:

- *SurveyMonkey*: Es una de las herramientas de encuestas online más conocida a nivel mundial que ofrece una versión gratuita y aunque tiene ciertas limitaciones en cuanto a su uso permite realizar pequeños cuestionarios y si resulta fe fácil uso se extiende a una versión Premium con funcionalidades mucho más amplias.
- *Survio*: es una herramienta gratuita online que ofrece numerosas funcionalidades para crear cuestionarios personalizados, permitiendo la oportunidad de utilizar cientos de plantillas de encuestas realizadas por expertos y que están agrupadas por sectores.
- *Google Forms*: Es una herramienta muy popular para hacer encuestas online y de manera gratuita. Es un producto proporcionado por Google, y una de las grandes ventajas es que cualquier persona puede responder la encuesta, sin necesidad de tener creada una cuenta de correo electrónico asociado a Google.
- *LimeSurvey*: Es una aplicación Open source para la aplicación de encuestas en línea, que provee utilidades básicas de análisis estadístico para el tratamiento de los resultados obtenidos. Además las encuestas pueden tener tanto un acceso público como privado controlado estrictamente por unas claves o tokens que se asignan a cada persona que participa en la encuesta.

Test de personalidad

Para conformar grupos de trabajo homogéneos es necesario recopilar información de la población que va a pertenecer a estos grupos, y uno de los mecanismos más propicios para hacerlo son los test de personalidad; y esto radica en la importancia que tiene el papel de cada uno de los integrantes de un equipo de trabajo para el

desarrollo de actividades usando la metodología de trabajo colaborativo, en donde el trabajo final del grupo depende del cumplimiento en las responsabilidades de cada uno de sus integrantes, siendo fundamental las relaciones, comunicación y empatía entre ellos.

Un Test se define como "Prueba destinada a evaluar conocimientos o aptitudes, en la cual hay que elegir la respuesta correcta entre varias opciones previamente fijadas / Prueba psicológica para estudiar alguna función"⁶⁸. En el caso de este proyecto, se presentan los test para evaluar ciertas aptitudes específicas relacionadas con la personalidad, habilidades y aptitudes de cada persona dentro de un grupo global, evaluando la heterogeneidad para conformar grupos de trabajo colaborativo.

De esta manera, los test de personalidad que tendremos como base de estudio son:

Big Five

El Cuestionario Big Five o como se conoce por sus siglas BFQ, evalúa cinco grandes factores denominados: Energía o Extraversión, Afabilidad o Agrado, Tesón, Estabilidad Emocional y Apertura Mental o Apertura a la Experiencia; que se propone como un intento de meditación y unificación entre los distintos puntos de vista existentes⁶⁹. Se Incorpora a la evaluación de los cinco factores, una medida de la tendencia a dar una imagen falseada de sí mismo, mediante una escalas de Distorsión (D).

Los cinco grandes factores han sido denominados: Energía (E), Afabilidad (A), Tesón (T), Estabilidad Emocional (EE) y Apertura Mental (AM).

El cuestionario que se propone en el modelo Big Five (BFQ) consta de un total de 132 ítems. En cada uno de los cinco grandes se han identificado dos subdimensiones (Ver figura 1), y hacen referencia a distintos aspectos de la propia dimensión. En cada subdimensión (integrada por 12 elementos) la mitad de las afirmaciones ha sido formulada en sentido positivo con respecto al constructo de

⁶⁸ DELEON, Andrés; GÓMEZ, Sebastián y MORENO, Julián. Uso de tests de aptitud y algoritmos genéticos para la conformación de grupos en ambientes colaborativos de aprendizaje. Revista Avances en Sistemas e Informática, Vol.6 No.1, Junio de 2009, Medellín, ISSN 16577663

⁶⁹ DIGMAN, JM. Personality Structure: Emergence of the Five-Factor Model. Annual Review of Psychology, 41, pp. 417–440. 1990.

la escala, mientras la otra mitad está formulada en sentido negativo, con el fin de controlar eventuales fenómenos de sesgos de respuesta⁷⁰.

La escala de Distorsión (D) consta de 12 elementos y cuya elaboración ha sido muy cuidadosa ya que es de gran utilidad para detectar posibles intentos de dar una imagen falseada, buena o mala, por parte del sujeto⁷¹.

Figura 1. Dimensiones y subdimensiones del Big Five

	Dimensión	Subdimensiones	
E	Energía	Di	Dinamismo
		Do	Dominancia
A	Afabilidad	Cp	Cooperación
		Co	Cordialidad
T	Tesón	Es	Escrupulosidad
		Pe	Perseverancia
EE	Estabilidad Emocional	Ce	Control de emociones
		Ci	Control de impulsos
AM	Apertura Mental	Ac	Apertura a la cultura
		Ae	Apertura a la experiencia
D	Distorsión		

Fuente: Factores de personalidad (Big Five) y rendimiento académico en asignaturas cuantitativas de ADE⁷²

El BFQ está especialmente indicado en el campo de las organizaciones, donde las dimensiones evaluadas tienen una gran aplicabilidad y se relacionan con las actividades habituales de la vida laboral.

La interpretación del cuestionario se realiza a partir de la tipificación de las puntuaciones directas de cada una de las dimensiones y subdimensiones del BFQ, usando como media y desviación típica en cada una de ellas las del grupo de referencia correspondiente.

La fase de corrección y puntuación puede hacerse de modo manual o mediante la ayuda de un proceso informático. Por ejemplo, para el proceso manual se ha diseñado un juego de 6 plantillas transparentes que facilitan la obtención de las

⁷⁰ JOHN, O.P. The search for basic dimensions of personality. In P. McReynolds, J.C. Rosen y G.J. Chelune (Eds.), *Advances in psychological assessment: Volumen 7*. NewYork, Plenum Press. 1990.

⁷¹MARTÍNEZ DE IBARRETA ZORITA, Carlos, et al. Factores de personalidad (Big Five) y rendimiento académico en asignaturas cuantitativas de ADE. XIX Jornadas ASEPUMA – VII Encuentro Internacional, No. 19. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. 19 p.

⁷² *Ibíd.*, p. 5

puntuaciones directas. Estas plantillas tienen la numeración 1 a 6, y cada uno de las cinco primeras está destinada a dos de las subdimensiones del BFQ. En las plantillas hay pequeños recuadros rectangulares horizontales con la numeración del elemento a que corresponden impresa por delante. De los doce elementos que comprenden cada escala, hay seis que puntúan de modo inverso o negativo, y sus números de orden están rodeados con un pequeño círculo en la plantilla. La puntuación directa (PD) en cada variable es el resultado de la operación siguiente:

$$PD = 36 + \text{PUNTOS POSITIVOS} - \text{PUNTOS NEGATIVOS}$$

El proceso es sencillo, pero exige concentración y posiblemente una revisión para confirmar los datos obtenidos.

Sin embargo, para muchas aplicaciones de investigación, el cuestionario puede ser bastante extenso y algunos de los ítems pueden ser difíciles de entender. Por lo tanto, hay una necesidad de un instrumento en español del Big Five que tenga elementos breves y fácilmente comprensibles y que no requiera más de 5 minutos de tiempo de administración, diseñando el Spanish Big Five Inventory (BFI) el cual es una adaptación del original al español y que fue diseñado para cubrir esta necesidad. De hecho, como Burisch⁷³ afirma, las escalas cortas no solo ahorran tiempo de prueba, sino que también evitan el aburrimiento y la fatiga del sujeto.

Herramientas tecnológicas para la construcción del software

Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos creado en 1991 y publicado en 1995 por Sun Microsystem, con la intención de que los programadores escribieran el código solo una vez y lo ejecutarán en cualquier dispositivo. Hay muchas aplicaciones y sitios web que no funcionarán a menos que tenga Java instalado y cada día se crean más. Java es muy utilizado porque es rápido, seguro y fiable. Desde portátiles hasta centros de datos, desde consolas para juegos hasta súper computadoras, desde teléfonos móviles hasta Internet, Java está en todas partes.

⁷³ BURISCH, M. Approaches to personality inventory construction. *American Psychologist*, 39, p. 214-227. 1984.

Esto se hace posible gracias a que Java cuenta con una JVM o Java Virtual Machine que brinda portabilidad al lenguaje, ya que hoy existen JVMs para diferentes arquitecturas para todas las plataformas⁷⁴. Su forma de trabajar comienza con el tan famoso JDK que posee un compilador que toma el código Java y valida la sintaxis, si el compilador encuentra algún error en el código entonces mostrará un mensaje y si todo está bien el compilador creará un archivo con código byte y cuya extensión se denomina `.class`, y es finalmente este archivo el que será ejecutado por la JVM.

Java al ser un lenguaje derivado de C tiene una sintaxis muy similar a este y en cuanto a su estructura, el lenguaje Java comienza con paquetes, dentro de los cuales están las clases y dentro de estas encontramos a los métodos, constantes, variables, entre otros. En torno a esto, Java posee algunas características y ventajas que vale la pena destacar, como son:

- Está dentro de los lenguajes más usados en la actualidad y corre en casi todas las plataformas que hay en el mercado.
- Existe gran soporte, documentación y comunidades de Java que continuamente trabajan en la actualización de sus componentes.
- Java también cuenta con una serie de librerías que amplían sus funcionalidades, desde manipular archivos de Office hasta reconocer huellas digitales y mucho más.
- Java no es un lenguaje complicado como se podría pensar, ya que es un tipo de programación orientada a objetos.
- Java está diseñado para crear software altamente robusto y fiable, para ello proporciona numerosas comprobaciones durante la compilación y en tiempo de ejecución, cuenta con un recolector de basura que elimina la necesidad de liberación de memoria explícita.

Java 2 Enterprise Edition - J2EE

Las siglas J2EE hacen referencia a Java 2 Enterprise Edition y su origen radica en el lenguaje de programación Java, una tecnología que supuso una transformación absoluta del sector de la informática y la programación. Esta tecnología Java

⁷⁴ GUEVARA, Alexander. ¿Qué es Java y por qué aprenderlo? Disponible en: <https://devcode.la/blog/que-es-java/>

permite a los desarrolladores y programadores crear aplicaciones una única vez y que sea compatibles sobre cualquier equipo ya que se comunican directamente con la máquina virtual, y no con el sistema operativo.

La plataforma denominada Java 2 Enterprise Edition, es capaz de proporcionar las especificaciones técnicas que describen el lenguaje a la vez que facilita o suministra las herramientas necesarias que permiten implementar aplicaciones basados en dichas especificaciones. J2EE incluye diferentes tecnologías⁷⁵ como son:

- Enterprise JavaBeans (EJB)
- Java Servlet
- JavaServer Page (JSP)
- JavaServer Pages Standard Tag Library (JSTL)
- JavaServer Faces (JSF)
- Java Message Service (JMS)
- Java Transaction API (JTA)
- JavaMail API
- JavaBeans Activation Framework (JAF).

En este sentido, J2EE se ha convertido en una plataforma para el cómputo empresarial a partir de la cual es posible el desarrollo profesional de aplicaciones empresariales distribuidas sobre una arquitectura multicapa, que son escritas con el lenguaje de programación Java y son ejecutadas desde un servidor de aplicaciones. Por lo tanto, J2EE no es más que un conjunto de especificaciones, el conjunto de normas o directrices bajo las cuales debe desarrollarse una aplicación, de tal manera que pueda desplegarse y ejecutarse.

Java Server Faces – JSF⁷⁶

Java Server Faces o JSF es un marco de trabajo para crear aplicaciones java J2EE basadas en el patrón Modelo Vista Controlador de tipo 1. Normalmente las aplicaciones web se construyen como un conjunto de pantallas con las que va interactuando el usuario. Estas pantallas contienen textos, botones, imágenes, tablas y elementos de selección que el usuario modifica. Todos estos elementos

⁷⁵ Disponible en: <http://formatalent.com/que-es-j2ee/>

⁷⁶ ALVAREZ, Sandra, et al. Java Server Faces (JSF). Software de Comunicaciones 2008. Universidad Carlos III de Madrid, España.

estarán agrupados en formularios HTML, que es la manera en que las páginas web envían la información introducida por el usuario al servidor.

Por lo tanto, la principal función del controlador JSF es asociar a las pantallas, clases java que recogen la información introducida y que disponen de métodos que responden a las acciones del usuario. JSF resuelve de manera muy sencilla y automática muchas tareas como: Mostrar datos al usuario en cajas de texto y tablas, recoger los datos introducidos por el usuario en los campos del formulario, controlar el estado de los controles del formulario según el estado de la aplicación, activando, ocultando o añadiendo y eliminando controles y demás elementos o controlando los eventos que ocurren en los controles (pulsaciones de teclas, botones y movimientos del ratón).

Las aplicaciones JSF están formadas por los siguientes elementos principales:

- Páginas JSP que incluyen los formularios JSF. Estas páginas generarán las vistas de la aplicación
- Beans java que se conectan con los formularios JSF
- Clases java para la lógica de negocio y utilidades.
- Ficheros de configuración, componentes a medida y otros elementos del framework.
- Resto de recursos de la aplicación web: recursos estáticos, javascript y otros elementos.

De esta manera, JSF permite desarrollar rápidamente aplicaciones de negocio dinámicas en las que toda la lógica de negocio se implementa en java, ofreciendo ventajas como:

- El código JSF con el que se crea las vistas, siendo similar al HTML estándar, lo pueden utilizar fácilmente desarrolladores y diseñadores web.
- JSF se integra dentro de la página JSP y se encarga de la recogida y generación de los valores de los elementos de la página
- JSF permite introducir javascript en la página, para acelerar la respuesta de la interfaz en el cliente.
- JSF forma parte del estándar J2EE.

Primefaces

PrimeFaces⁷⁷ es una librería de componentes visuales Open Source desarrollada y mantenida por Prime Technology, una compañía Turca de IT especializada en consultoría ágil, JSF, Java EE y Outsourcing. El punto fuerte de PrimeFaces es la sencillez de instalación y lo poco pesado que es. El mantenerlo liviano, sin complicaciones a la hora de instalarlo, es decir, sin dependencias ni configuraciones, hace que pueda ser usado en unos pocos segundos.

Las principales características de Primefaces son:

- Soporte nativo de Ajax, incluyendo Push/Comet.
- Kit para crear aplicaciones web para móviles.
- Es compatible con otras librerías de componentes, como JBoss RichFaces.
- Uso de javascript no intrusivo (no aparece en línea dentro de los elementos, sino dentro de un bloque <script>).
- Es un proyecto open source, activo y bastante estable entre versiones.

Hibernate

Hibernate⁷⁸ es software libre, distribuido bajo los términos de la licencia GNU LGPL. Es una herramienta de mapeo objeto-relacional (ORM) para la plataforma Java que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) o anotaciones en los beans de las entidades que permiten establecer estas relaciones.

Hibernate para Java puede ser utilizado en aplicaciones Java independientes o en aplicaciones Java EE, mediante el componente *Hibernate Annotations* que implementa el estándar JPA, que es parte de esta plataforma. Hibernate se encarga de la asignación de las clases de Java a las tablas de la base de datos, y de los tipos de datos de Java a los tipos de datos de SQL. Además, proporciona servicios de búsqueda y recuperación de datos. Puede reducir significativamente el tiempo de desarrollo que de lo contrario se utilizaría con el manejo manual de datos en SQL y JDBC. El objetivo del diseño de Hibernate es liberar al desarrollador del 95% de las tareas de programación relacionadas con la persistencia de datos

⁷⁷ PrimeFaces. Disponible en: <https://www.primefaces.org/>

⁷⁸ Hibernate. Disponible en: <http://hibernate.org/>

comunes al eliminar la necesidad de un procesamiento de datos manual utilizando SQL y JDBC.

Hibernate puede no ser la mejor solución para aplicaciones centradas en datos que solo usan procedimientos almacenados para implementar la lógica de negocios en la base de datos, es más útil con modelos de dominio orientados a objetos y lógica de negocios en el nivel medio basado en Java. Sin embargo, Hibernate puede ayudar a eliminar o encapsular código SQL específico del proveedor y simplifica la tarea común de traducir conjuntos de resultados de una representación tabular a un gráfico de objetos.

Spring

Spring⁷⁹ es un framework del lenguaje de programación java que permite desarrollar aplicaciones de manera más rápida, eficaz y corta, saltándonos tareas repetitivas y ahorrándonos líneas de código.

Spring framework es muy extenso y crece día a día para ayudar al desarrollo de aplicaciones web y proporciona un modelo de programación y configuración integral para aplicaciones empresariales modernas basadas en Java, en cualquier tipo de plataforma de implementación. Algunas de las principales características de este framework son:

- Tecnologías principales: inyección de dependencia, eventos, recursos, i18n, validación, enlace de datos, conversión de tipo, SpEL, AOP.
- Testing: simulacro de objetos, el marco TestContext, Spring MVC prueba, WebTestClient.
- Acceso a datos: transacciones, soporte DAO, JDBC, ORM, Marshalling XML.
- Marcos web Spring MVC y Spring WebFlux.
- Integración: comunicación remota, JMS, JCA, JMX, correo electrónico, tareas, programación, caché.

A continuación, se muestran las funciones básicas del framework:

Inyección de dependencias: La inyección de dependencia, es un tipo de inversión de control, donde el manejo de las propiedades de un objeto son inyectadas a través de un constructor, un setter, un servicio, etc. Creando de esta manera un control diferente para un comportamiento más conveniente en nuestra aplicación, como se mencionó anteriormente.

⁷⁹ Spring. Disponible en: <http://spring.io/projects/spring-framework>

Sabiendo esto, una de las características principales de spring framework es el Spring container. El Spring Container es un IoC Container (Contenedor de Inversión de control, por sus siglas en inglés), estos son frameworks o partes de un framework, en este caso, que se encargan de realizar inyección de dependencia sin la necesidad de realizar la definición en java (o el lenguaje de POO que estemos utilizando) a través de archivos de metadata, por ejemplo un XML.

Spring MVC: Spring Web MVC⁸⁰ es el marco web original construido en la API de Servlet e incluido en Spring Framework desde el principio. El nombre formal "*Spring Web MVC*" proviene del nombre de su módulo fuente *spring-webmvc*, pero se conoce más comúnmente como "*Spring MVC*".

Spring MVC, al igual que muchos otros marcos web, está diseñado en torno al patrón del controlador frontal, en el que una central *Servlet*, la *DispatcherServlet*, proporciona un algoritmo compartido para el procesamiento de solicitudes, mientras que el trabajo real se realiza mediante componentes delegados configurables. Este modelo es flexible y admite diversos flujos de trabajo. Además, Spring MVC define el *ViewResolver* y *View*, que son interfaces que le permiten hacer modelos en un navegador sin que atar a una tecnología de vista específica. Por ejemplo, *ViewResolver* proporciona una asignación entre los nombres de vista y las vistas reales y *View* aborda la preparación de datos antes de entregarlos a una tecnología de visualización específica.

Spring MVC proporciona un modelo de programación basado en anotación donde *@Controller* y *@RestController* son componentes que utilizan anotaciones para expresar de solicitud de asignaciones, solicitud de entrada, el manejo de excepciones, y más. Los controladores anotados tienen firmas de métodos flexibles y no tienen que extender clases base ni implementar interfaces específicas. Además es importante resaltar que Spring MVC tiene una amplia integración con el procesamiento de solicitudes asíncronas de Servlet 3.0, lo que permite que los controladores puedan transmitir múltiples valores, incluidos SSE y datos brutos y pueden usar clientes reactivos y devolver tipos reactivos para el manejo de respuestas.

⁸⁰ Spring Web MVC. Disponible en: <https://docs.spring.io/spring/docs/current/spring-framework-reference/web.html#web-integration>

Spring Boot: Spring Boot⁸¹ es el punto de partida para construir todas las aplicaciones basadas en Spring. Está diseñado para ponerlo en funcionamiento lo más rápido posible, con una configuración inicial mínima de Spring. Se Puede usar Spring Boot para crear aplicaciones Java que se pueden iniciar mediante el uso de *java*, *-jar* e implementaciones *war* más tradicionales.

Spring Boot proporciona una experiencia de inicio radicalmente más rápida y ampliamente accesible para todo el desarrollo de Spring, además cuenta con una gama de características no funcionales que son comunes a grandes clases de proyectos como servidores integrados, seguridad, métricas, controles de estado y configuración externalizada y no hay generación de código y ningún requisito para la configuración XML.

A diferencia de Spring MVC, Spring Boot sigue una secuencia de inicialización diferente. En lugar de conectarse al ciclo de vida del contenedor *Servlet*, Spring Boot usa la configuración de Spring para arrancar y el contenedor *Servlet* incorporado.

Maven

Maven⁸² es una herramienta de software para la gestión y construcción de proyectos Java. Es una herramienta open-source, que se creó en 2001 con el objetivo de simplificar los procesos de build (compilar y generar ejecutables a partir del código fuente). Se basa en el concepto de un modelo de objeto de proyecto (POM), Maven puede gestionar la compilación, los informes y la documentación de un proyecto a partir de una pieza central de información.

Maven simplifica mucho el proceso de build del código, permitiendo compilar cualquier tipo de proyecto de la misma manera, librándonos de todas las dificultades que hay por detrás. Por lo tanto, se puede decir, que Maven es una herramienta capaz de gestionar un proyecto software completo, desde la etapa en

⁸¹ Guía de referencia de Spring Boot.

Disponible en: <https://docs.spring.io/spring-boot/docs/currentSNAPSHOT/reference/htmlsingle/#boot-documentation>

⁸² Maven. Disponible en: <https://maven.apache.org/>

la que se comprueba que el código es correcto, hasta que se despliega la aplicación, pasando por la ejecución de pruebas y generación de informes y documentación. Para ello, en Maven se definen tres ciclos de build del software con una serie de etapas diferenciadas. Por ejemplo el ciclo por defecto tiene las etapas de:

- Validación (validate): Validar que el proyecto es correcto.
- Compilación (compile).
- Test (test): Probar el código fuente usando un framework de pruebas unitarias.
- Empaquetar (package): Empaquetar el código compilado y transformarlo en algún formato tipo .jar o .war.
- Pruebas de integración (integration-test): Procesar y desplegar el código en algún entorno donde se puedan ejecutar las pruebas de integración.
- Verificar que el código empaquetado es válido y cumple los criterios de calidad (verify).
- Instalar el código empaquetado en el repositorio local de Maven, para usarlo como dependencia de otros proyectos (install).
- Desplegar el código a un entorno (deploy).

Para poder llevar a cabo alguna de estas fases en nuestro código, tan solo tendremos que ejecutar mvn y el nombre de la fase. Además van en cadena, es decir, si empaquetamos el código (package), Maven ejecutará desde la fase de validación (validate) a empaquetación (package). Por otra parte, con Maven la gestión de dependencias entre módulos y distintas versiones de librerías se hace muy sencilla. En este caso, solo tenemos que indicar los módulos que componen el proyecto, o qué librerías utiliza el software que estamos desarrollando en un fichero de configuración de Maven del proyecto llamado POM.

Además, Maven posee un repositorio remoto donde se encuentran la mayoría de librerías que se utilizan en los desarrollos de software, y que la propia herramienta se descarga cuando sea necesario.

Apache Tomcat

Apache Tomcat⁸³ es una implementación de código abierto del servlet de Java, Java Server Pages, tecnologías Java WebSocket del lenguaje Java y Expresión. El software Apache Tomcat se desarrolla en un entorno abierto y participativo y se publica bajo la versión 2 de Apache License. El proyecto Apache Tomcat pretende ser una colaboración de los mejores desarrolladores de todo el mundo y potencia numerosas aplicaciones web de misión crítica a gran escala en una amplia gama de industrias y organizaciones.

El motor de *servlets* de Tomcat a menudo se presenta en combinación con el servidor web Apache. Tomcat puede funcionar como servidor web por sí mismo. En sus inicios existió la percepción de que el uso de Tomcat de forma autónoma era sólo recomendable para entornos de desarrollo y entornos con requisitos mínimos de velocidad y gestión de transacciones. Hoy en día ya no existe esa percepción y Tomcat es usado como servidor web autónomo en entornos con alto nivel de tráfico y alta disponibilidad.

Dado que Tomcat fue escrito en Java, funciona en cualquier sistema operativo que disponga de la máquina virtual Java. Por lo tanto, Apache Tomcat se ha convertido en el servidor de aplicaciones web más utilizado en el mundo, con más de un millón de descargas por mes y más del 70% de penetración en el centro de datos empresarial. Apache Tomcat se utiliza para alimentar todo, desde sitios simples de servidor hasta grandes redes empresariales.

MySQL

MySQL⁸⁴ es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual: Licencia pública general/Licencia comercial por Oracle Corporation y está considerada como la base de datos de código abierto más popular del mundo.

La base de datos se distribuye en varias versiones, una *Community*, distribuida bajo la Licencia pública general de GNU, versión 2, y varias versiones *Enterprise*, para aquellas empresas que quieran incorporarlo en productos privativos. Las versiones Enterprise incluyen productos o servicios adicionales tales como herramientas de monitorización y asistencia técnica oficial.

⁸³ Apache Tomcat. Disponible en: <http://tomcat.apache.org/>

⁸⁴ MySQL. Disponible en: <https://www.mysql.com/>

MySQL está desarrollado en su mayor parte en ANSI C y C++.4. Tradicionalmente se considera uno de los cuatro componentes de la pila de desarrollo LAMP y WAMP. MySQL es muy utilizado en aplicaciones web, como Joomla, Wordpress, Drupal o phpBB, en plataformas (Linux/Windows-Apache-MySQL-PHP/Perl/Python), y por herramientas de seguimiento de errores como Bugzilla. Su popularidad como aplicación web está muy ligada a PHP, que a menudo aparece en combinación con MySQL.

Es una base de datos muy rápida en la lectura cuando utiliza el motor no transaccional MyISAM, pero puede provocar problemas de integridad en entornos de alta concurrencia en la modificación. En aplicaciones web hay baja concurrencia en la modificación de datos y en cambio el entorno es intensivo en lectura de datos, lo que hace a MySQL ideal para este tipo de aplicaciones. Sea cual sea el entorno en el que va a utilizar MySQL, es importante monitorizar de antemano el rendimiento para detectar y corregir errores tanto de SQL como de programación.

Entre las características disponibles en las últimas versiones se puede destacar:

- Amplio subconjunto del lenguaje SQL. Algunas extensiones son incluidas igualmente.
- Disponibilidad en gran cantidad de plataformas y sistemas.
- Posibilidad de selección de mecanismos de almacenamiento que ofrecen diferentes velocidades de operación, soporte físico, capacidad, distribución geográfica, transacciones...
- Transacciones y claves foráneas.
- Conectividad segura.
- Replicación.
- Búsqueda e indexación de campos de texto.

Metodología

Tipo de investigación

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se planteó una investigación de tipo cuantitativa dado que el tema propuesto utilizó técnicas estadísticas,

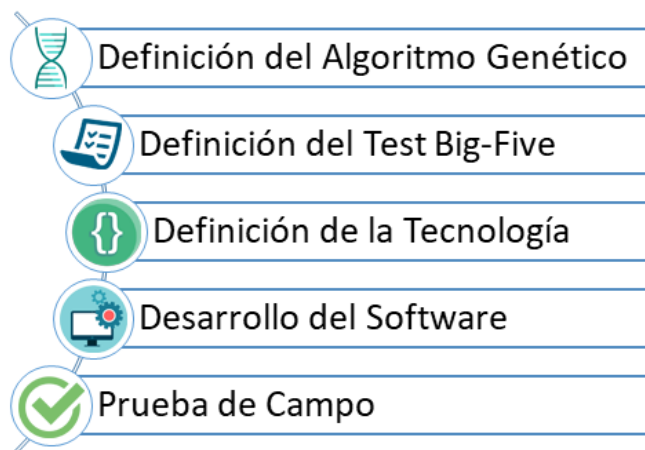
matemáticas y computacionales para su desarrollo. Este tipo de investigación permitió el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición. Formalizando una base teórica y herramientas que permitieron desarrollar la investigación.

Diseño de la Investigación

Para el desarrollo de la investigación inicialmente se realizó la apropiación de conocimiento correspondiente con la temática y se definió el marco conceptual sobre el cual se realizó el proyecto; además fue importante entender la problemática que se pretende solucionar, identificar los recursos necesarios para el estudio y fijar las metas que se pretende alcanzar. El diseño de la investigación se dividió en cinco fases, ilustradas en la Figura 2.

Donde para algunas fases, además de las bases investigativas también se contó con la validación mediante el juicio por experto, el cual es un método de validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación, donde se obtiene “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones”⁸⁵. En la Tabla 1 se evidencia cada uno de los expertos en las fases donde se utilizó este método (Ver Anexo 1 donde se evidencia con más detalle la información de cada experto).

Figura 2. Diseño de la Investigación



Fuente: Creación Propia

⁸⁵ Escobar-Pérez, Jazmine & Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. Avances en Medición.

Tabla 1. Juicio de Experto para cada Fase.

Fase	Experto	Formación Académica	Área de Experiencia Profesional	Validación
Definición del Algoritmo Genético	Oscar Revelo Sánchez	Ingeniero de Sistemas con Maestría en Investigación de Operaciones	Investigación de Operaciones	Utilizar algoritmos genéticos como técnica para la formación de grupos en entornos colaborativos
Definición de la Tecnología	Franklin Eduardo Jiménez Giraldo	Ingeniero de Sistemas con Maestría en Software Libre	Desarrollo de Software	Utilizar Java EE, Spring e Hibernate como tecnologías para el desarrollo del software.
Desarrollo del Software	Alexander Barón Salazar	Ingeniero de Sistemas con Maestría en Ingeniería Informática	Ingeniería de Software	Utilizar SCRUM y UML como Marco de Desarrollo y Lenguaje de Modelado respectivamente.

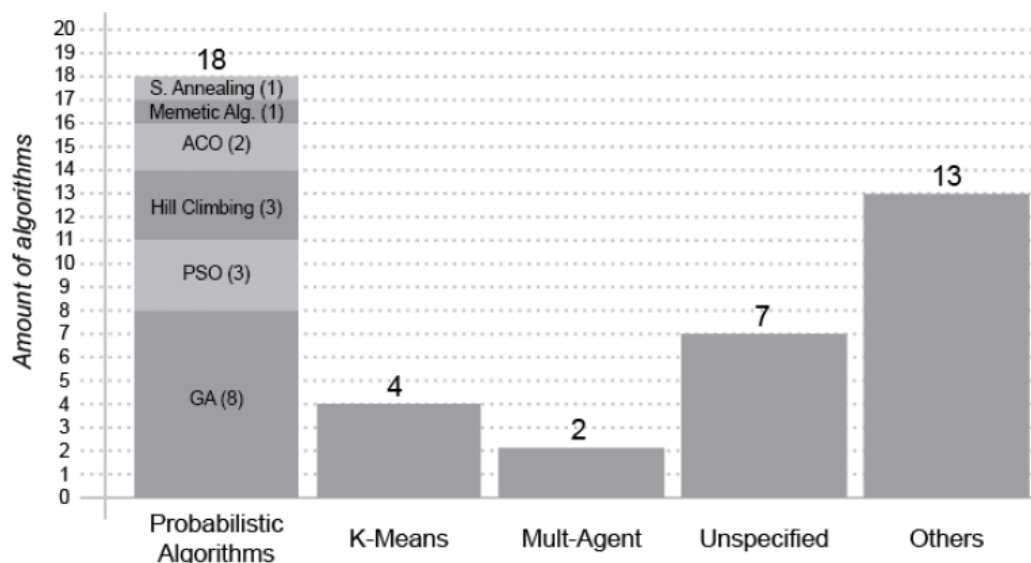
Fuente: Creación Propia

Definición del Algoritmo Genético

Basándose principalmente en el estudio titulado “Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literature”⁸⁶ realizado en la Universidad de Sao Paulo, en donde mediante la búsqueda en seis bibliotecas digitales se recogieron 256 estudios relacionados con el tema, donde se verificó que sólo 48 estaban relacionados con la formación de grupos en entornos colaborativos, cada uno de estos estudios utiliza un algoritmo para la resolución del problema. Alrededor del 41% de ellos (18 estudios) se basan en algoritmos de probabilidad donde 8 son Algoritmos Genéticos (GA), lo que demuestra el gran interés de los investigadores en el uso de esta técnica como una solución para la formación de grupos debido a su aplicabilidad a tratar con un gran número de variables y la posibilidad de generar rápidamente soluciones óptimas.

⁸⁶ Cruz, Wilmax & Isotani, Seiji. Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literature. 2014. Lecture Notes in Computer Science.

Figura 3. Algoritmos utilizados en diferentes investigaciones



Fuente: Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literature⁸⁷

Debido a la mayor aprobación y utilización que tienen los algoritmos genéticos se predefinen como la técnica utilizada para la conformación de grupos en la presente investigación.

Definición del Test Big-Five

La Psicología busca, entre otras cosas, entender los distintos tipos de personalidad existentes y su influencia sobre las fortalezas y cualidades de un individuo, y su habilidad para comunicarse y formar relaciones en equipos⁸⁸. En relación a esto, se puede describir a través de numerosos estudios encontrados en la literatura, el efecto de la combinación de tipos de personalidades en grupos de trabajo, la influencia de la personalidad sobre el desempeño grupal, y la predisposición de un tipo de personalidad para la realización de una tarea sobre otra, entre otros hechos.

En entornos de trabajo en equipo se le ha dado mayor énfasis a este tema debido a la importancia que tiene la coordinación, la cooperación y la reducción de conflictos internos para un correcto desempeño grupal. Características como la personalidad pueden afectar el liderazgo, la comunicación entre los miembros, la

⁸⁷ *Ibíd.*

⁸⁸ C G Jung; R F C Hull; Helton Godwin Baynes. The collected works of C.G. Jung. Vol. 6, Psychological types. 1971. London: Routledge & Kegan Paul.

heterogeneidad y la cohesión entre los mismos. Asimismo, la personalidad también puede ser el motivo por el cual dos personas en un mismo entorno muestren distintas actitudes ante una determinada situación, lo que podría afectar la asignación de puestos de trabajo.

La teoría de la atracción por similitud⁸⁹, respalda el argumento de que los miembros en grupos compuestos con rasgos de personalidad similares tienen más probabilidades de experimentar un mayor bienestar, dado que se sienten atraídos por las similitudes que ven entre sí. Sin embargo, es probable que no sea la heterogeneidad o la homogeneidad del grupo lo que importe, sino la variabilidad del rasgo de personalidad en un grupo y su nivel medio⁹⁰. Por ejemplo, un grupo que está compuesto por miembros que son muy concienzudos podría superar a un grupo en el que todos los miembros tienen muy bajo este rasgo (aunque ambos grupos tendrán los mismos puntajes de similitud). Es decir, la composición de la personalidad del grupo puede resultar en un ajuste suplementario (un nivel medio más alto de un rasgo de personalidad asociado con un mayor rendimiento grupal) o en un ajuste complementario (los miembros del grupo que poseen un nivel específico de un rasgo de personalidad pueden beneficiar al equipo, al llenar una brecha de competencia en el grupo⁹¹).

Por lo tanto, la operacionalización de la composición de la personalidad en un grupo es crítica para estimar su efecto sobre el desempeño del mismo. En el estudio "Group Personality Composition and Performance in Military Service Teams"⁹² se identificaron tres métodos para llevar a cabo esta operacionalización:

1. El método más común es calcular la puntuación media del grupo para un rasgo de personalidad particular. Esta operacionalización asume tanto la positividad (una relación positiva entre el rasgo y los resultados) como la característica aditiva (una mayor proporción de miembros con puntuaciones más altas en un rasgo es mejor que una proporción menor de miembros) del rasgo de personalidad, que es indicativo de un ajuste suplementario.
2. Un segundo método es evaluar la variabilidad (es decir, varianza o rango) de los rasgos individuales de personalidad en el grupo⁹³. Una suposición subyacente de esta operacionalización es que la variabilidad en un rasgo

⁸⁹ Byrne, D. (1971) *The Attraction Paradigm*. Academic Press, New York.

⁹⁰ C. Homan, L. Greer, A. Jehn. *Believing shapes seeing: The impact of diversity beliefs on the construal of group composition*. 2010.

⁹¹ Humphrey SE, Hollenbeck JR, Meyer CJ, Ilgen DR. 2007. *Trait configurations in self-managed teams: a conceptual examination of the use of seeding for maximizing and minimizing trait variance in teams*.

⁹² Halfhill, Terry & M. Nielsen, Tjai & Sundstrom, Eric & Weillbaecher, Adam. 2005. *Group Personality Composition and Performance in Military Service Teams*.

⁹³ HALFHILL, TERRY & SUNDSTROM, ERIC & Lahner, Jessica & CALDERONE, WILMA & M. Nielsen, Tjai. 2005. *Group Personality Composition and Group Effectiveness: An Integrative Review of Empirical Research*.

de personalidad se correlaciona con el rendimiento del grupo, lo que es indicativo de un ajuste complementario.

3. Un tercer método consiste en centrarse en los puntajes mínimos y/o máximos, que son especialmente apropiados para evaluar los efectos del techo (el "mejor" miembro determina el rendimiento del grupo) y del piso (el "peor" miembro determina el rendimiento del grupo) en los grupos.

Estas diferentes operacionalizaciones de la composición de la personalidad del grupo insinúan la posibilidad de que la naturaleza de la tarea en si misma puede dictar la composición óptima de los diferentes rasgos de personalidad en los grupos⁹⁴.

Además del nivel promedio de un rasgo de personalidad en el grupo, otros efectos de composición, como el mínimo, el máximo y la varianza de los rasgos de personalidad, también pueden influir en el rendimiento del grupo. Por ejemplo, un alto nivel de extraversión será un predictor del desempeño individual en tareas que requieren interacción social; sin embargo, tener un grupo con un alto nivel de extraversión puede ser perjudicial para el desempeño grupal porque estos grupos pueden desempeñarse mejor en las tareas de intercambio de ideas (donde los miembros extravertidos se sienten intrincadamente cómodos presentando sus ideas) pero no tan bien en las tareas que requieren toma de decisiones y asumir responsabilidades⁹⁵.

La consideración de los atributos de la personalidad de los individuos participantes suele ser descuidada en el proceso inicial de conformación de los grupos⁹⁶.

En este trabajo se decidió utilizar el modelo de personalidad denominado "Big Five" o "Five-Factor Model (FFM)" por ser el que ha obtenido mayor consenso en el área de la Psicología y por ser uno de los más utilizados en la literatura^{97 98}.

Definición de la Tecnología

⁹⁴ De Dreu, Carsten & And, Dreu & van Vianen, Annelies. 2001. Managing Relationship Conflict and the Effectiveness of Organizational Teams. *Journal of Organizational Behavior* J. Organiz. Behav.

⁹⁵ Barry, Bruce & L. Stewart, Greg. 1997. Composition, Process, and Performance in Self-Managed Groups: The Role of Personality. *The Journal of applied psychology*.

⁹⁶ Graf, Sabine & Bekele, Rahel. 2006. Forming Heterogeneous Groups for Intelligent Collaborative Learning Systems with Ant Colony Optimization.

⁹⁷ Raúl A. Aguilar, Angélica de Antonio, Ricardo Imbert. 2007. Emotional Agents with Team Roles to Support Human Group Training.

⁹⁸ Mount, M. K., Barrick, M. R., & Stewart, G. L. (1998). Five-Factor Model of personality and performance in jobs involving interpersonal interactions. *Human Performance*.

La construcción de la aplicación utilizó tres tecnologías principalmente, a continuación se las lista junto a sus respectivas características que definieron su selección por encima de otras tecnologías:

J2EE: Es un conjunto de estándares y especificaciones para el desarrollo de aplicaciones empresariales basado en la tecnología Java.

- El desarrollo de las aplicaciones puede llevarse a través de una amplia gama de sistemas operativos.
- Tiene las ventajas de utilizar Java, orientado a objetos, curva de aprendizaje fácil, librerías estándar y manejo de errores.
- Una arquitectura simplificada que se basa en componentes, servicios y clientes estándar.
- Servicios que proporcionan la integración con los sistemas existentes.
- Más opciones de herramientas para el desarrollo de aplicaciones.
- Es una tecnología de código abierto y con una gran comunidad.

Spring: Es un framework alternativo al stack de tecnologías estándar en aplicaciones JavaEE, simplificando así el desarrollo.

- Lógica aplicable con POJO
- Código base que requiere pocos cambios.
- Permite pruebas unitarias y de integración.
- Arquitectura MVC.
- Esta organizado de forma modular, permitiendo ignorar paquetes no necesarios.

Hibernate: Es una herramienta de mapeo objeto-relacional que permite almacenar objetos de aplicaciones Java en tablas de sistemas de bases de datos relacionales.

- Permite un desarrollo más rápido.
- Permite trabajar las bases de datos por medio de entidades.
- Ofrece un paradigma orientado a objetos.
- Facilita el mantenimiento del software.
- Es independiente del motor de base de datos.

Primefaces: Es una librería de componentes visuales específicos para J2EE.

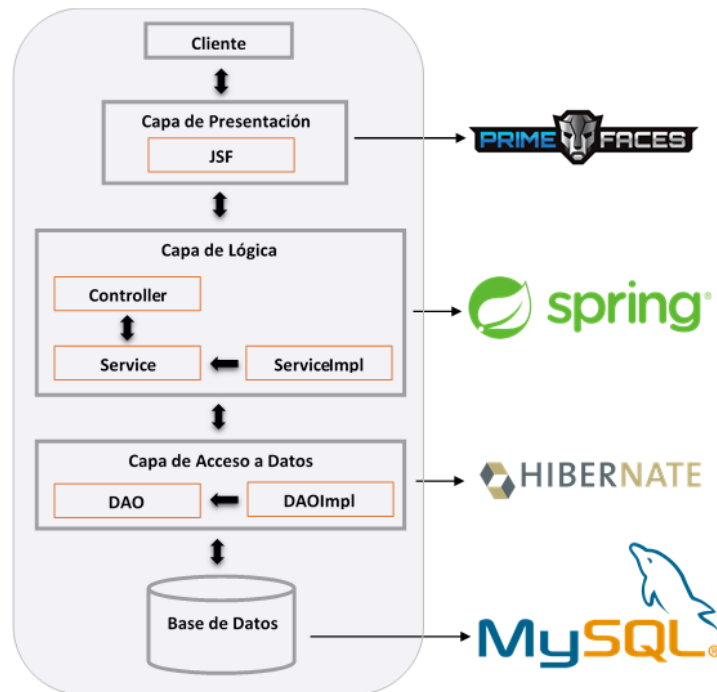
- Estabilidad al cambiar de versiones.
- Buena calidad de componentes.
- Buena documentación.
- Gran cantidad de componentes para ser utilizados.
- Plantillas de páginas por defecto.

Construcción de las aplicaciones

La arquitectura de las aplicaciones se basó en el patrón Modelo Vista Controlador (MVC), implementado en tres módulos:

- Capa de Presentación: Para la capa de presentación se utilizó el framework Primefaces para JSF.
- Capa de Lógica: Se utilizó Spring para desarrollar la lógica de negocio.
- Capa de Acceso a Datos: Se accede a los datos a través de una capa DAO la cual es utilizada por el framework Hibernate.

Figura 4. Arquitectura aplicaciones



Fuente: Creación propia

Desarrollo del Software

Como ya se ha mencionado para la investigación se desarrollaron dos software, CW-Teams como software principal y BF-Manager como apoyo para obtener los datos necesarios para ser procesados por CW-Teams.

Para el cumplimiento de los objetivos del proyecto se planteó utilizar la metodología ágil SCRUM considerada como el método ágil más popular, la cual es utilizada para la administración de proyectos por su sencillez, gestión evolutiva de avances, trabajo basado en la calidad del resultado y la obtención de resultados de forma veloz donde los requisitos con cambiantes.

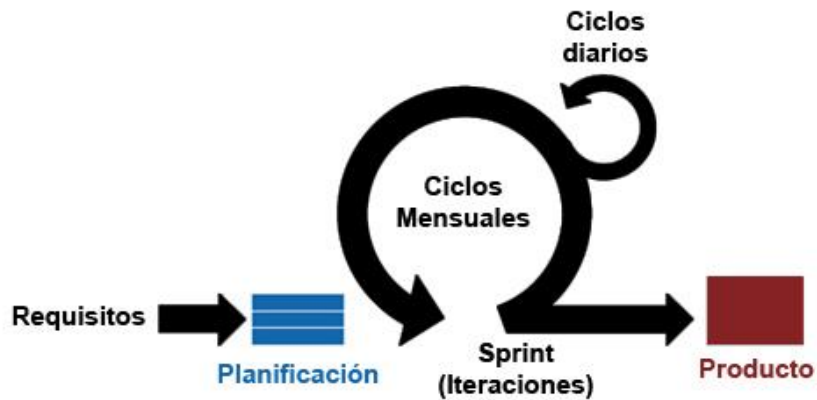
Scrum es una forma de trabajo aplicada a la gestión de tareas y de equipos de trabajo con el objetivo de agilizar tiempos y procesos para obtener así el resultado esperado del proyecto.

Las principales razones del uso de un ciclo de desarrollo iterativo e incremental de tipo Scrum para la ejecución de este trabajo de grado fueron:

- Sistema modular. Las características de la plataforma de CW-Teams y BF-Manager permiten desarrollar una base funcional sólida y sobre ella ir incrementando las funcionalidades o modificando el comportamiento y apariencia de las ya implementadas.
- Entregas frecuentes y continuas de los módulos terminados.
- Previsible inestabilidad de requisitos: Es posible que los sistemas incorporen más funcionalidades de las inicialmente identificadas.

Scrum al ser una metodología de desarrollo ágil tiene la idea de creación de ciclos breves para el desarrollo, que comúnmente se llaman **iteraciones** y que en Scrum se llaman **Sprints**, también se llevaron a cabo ciertas fases que se entendieron como **reuniones**, las cuales formaron parte de los artefactos junto con los roles y demás elementos que conformaron la metodología. También cabe destacar que Scrum es una metodología adaptativa y debido a esto se hicieron modificaciones necesarias según el proyecto, como por ejemplo en el presente proyecto trabaja con dos personas y una de estas cumpliendo dos roles.

Figura 5. Metodología Scrum



Fuente: Creación Propia

Tabla 2. Personas y roles del proyecto.

Persona	Rol	Funciones
Franco Esteban Córdoba Pérez	Scrum Master	Es el encargado de comprobar que el modelo y la metodología funcionen. Elimina todos los inconvenientes que hagan que el proceso no fluya e interactuara con el cliente y con los gestores.
Oscar Revelo Alexander Barón Salazar	Product Owner	Toman las decisiones y conocen la visión del producto.
Franco Esteban Córdoba Pérez	Development Team	Tiene la autoridad para organizar y tomar las decisiones para conseguir el objetivo. Está involucrado en la estimación del esfuerzo de las tareas del Backlog.

Fuente: Creación Propia

Pila de producto o Product Backlog

Se enlistaron todas las funcionalidades o requisitos de cada aplicación, teniendo en cuenta una priorización determinada. Estos requisitos fueron los que tuvo el producto o los que fue adquiriendo en sucesivas iteraciones.

Tabla 3. Pila de producto o Product Backlog CW-TEAMS y BF-MANAGER

Prioridad	Asunto	Descripción	CW-TEAMS	BF-MANAGER
Muy Alta	Creación del proyecto inicial	Crear el proyecto inicial utilizando Sprint, Hibernate, JSF y Primefaces.	X	X

Muy Alta	Manejo de Usuarios	Creación de la configuración para el manejo de múltiples usuarios en la aplicación.	X	X
Muy Alta	Creación de elementos básicos UX	Creación de elementos básicos para mejorar la experiencia de usuario.	X	X
Muy Alta	Agregar y configurar Tema (Serenity)	Agregar configuración para el tema Serenity y aplicar las correspondientes modificaciones.	X	X
Muy Alta	Creación de vistas, modelos y controladores para cuestionarios	Creación de la configuración para el manejo de cuestionarios, inicialmente con cuatro tipos de preguntas.		X
Muy Alta	Agregar funcionalidades charts y backups	Agregar la configuración para permitir visualizar datos en diferentes gráficos y realizar la configuración para realizar backups de los datos	X	X
Alta	Agregar elementos para gestionar cuestionarios	Agregar funcionalidades extra como estadísticas y vista previa para gestionar de mejor manera los cuestionarios.		X
Muy Alta	Agregar seguridad a la aplicación	Adicionar funcionalidades para mejorar la seguridad de la aplicación.	X	X
Muy Alta	Guardar datos necesarios	Permitir guardar o exportar diferentes datos dentro de la aplicación.	X	X
Alta	Mejorar la presentación y la configuración	Trabajar en la mejora de la presentación visual y configuraciones faltantes.	X	X
Alta	Agregar algoritmos genéticos	Agregar las funcionalidades para el manejo de datos a través de algoritmos genéticos.	X	
Alta	Mejorar la experiencia de usuario	Mejorar la experiencia de usuario agregando diferentes funcionalidades.	X	X

Fuente: Creación Propia

Sprints

Un Sprint es una de las cajas de tiempo de Scrum, en este caso se dan 6 Sprint con una duración de 4 semanas en las que el equipo de Scrum trabaja en la creación de los entregables, teniendo en cuenta un formato de construcción del Sprint (Para visualizar el formato del Sprint Ver Anexo 2).

El Sprint inicia con la reunión de planeación del sprint (Sprint planning meeting) donde se analizan las historias de usuario (Para visualizar el formato de una historia de usuario Ver Anexo 3) y generaliza los tickets (Para visualizar el formato de un ticket Ver Anexo 4) y de acuerdo a la prioridad se incluyen en cada uno de los Sprint (Para conocer con más detalle cada Sprint Ver Anexo 5). La organización de tiempo para cada Sprint se manejó de la siguiente forma:

Figura 6. Sprints mensuales (CW-TEAMS y BF-MANAGER)

> Sprint 1 01 sep. 2017-30 sep. 2017	> Sprint 2 01 oct. 2017-31 oct. 2017	> Sprint 3 01 nov. 2017-30 nov. 2017
> Sprint 4 01 dic. 2017-31 dic. 2017	> Sprint 5 01 ene. 2018-31 ene. 2018	> Sprint 6 01 feb. 2018-28 feb. 2018

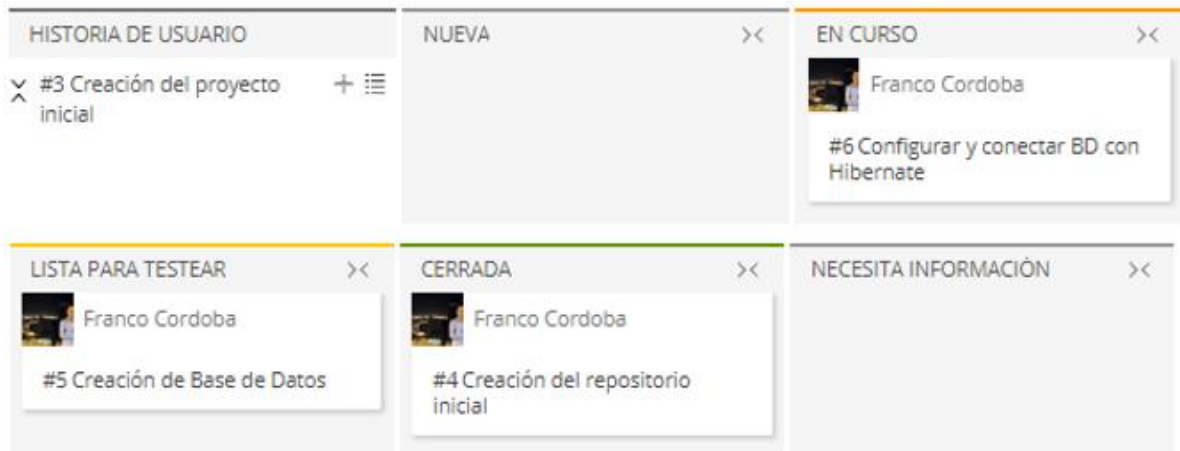
Fuente: Creación Propia

Organización de los tickets para cada Sprint:

Cada sprint tiene una historia de usuario general, donde cada una de estas tiene tareas (tickets) por realizar, donde se organiza cada ticket según el estado en el que se encuentre.

- **NUEVA:** Tareas (tickets) nuevas, la cual está en espera.
- **EN CURSO:** Tareas que se encuentra en curso por un miembro del equipo.
- **LISTA PARA TESTEAR:** Tareas que se han terminado y están en proceso de aseguramiento de calidad (QA).
- **CERRADA:** Tareas que han sido terminadas y aceptadas
- **NECESITA INFORMACION:** Tareas que no se han entendido bien o les falta información.

Figura 7. Progreso Sprint



Fuente: Creación Propia

Reuniones de retrospectiva (Para visualizar la plantilla Ver Anexo 6):

La reunión retrospectiva es una herramienta del marco de trabajo Scrum, que pertenece a la familia de marcos de trabajo de desarrollo ágil, se realiza en cada iteración (denominado Sprint en Scrum), justo después de la reunión de revisión de la iteración (Sprint Review Meeting) con el dueño del Producto (Product Owner). En esta reunión deben revisarse tres aspectos, lo que salió bien durante la iteración (aciertos), lo que no salió tan bien (errores) y las mejoras que pudieran hacerse en la próxima iteración para evitar errores y mantener aciertos. La reunión usualmente se restringe a tres horas.

El dueño del producto (Product Owner) no asiste a la reunión, por lo que es una oportunidad para el equipo para poder hablar sin tapujos de los éxitos y fracasos, siendo importante para el equipo el analizar su propio desempeño e identificar estrategias para mejorar sus procesos. De forma similar, el Scrum Master (quien es el coach del equipo Scrum) puede observar impedimentos comunes que están afectando al equipo y tomar acciones para resolverlos.

Daily Standup

Durante el sprint se realizaron reuniones diarias llamadas Daily Standup, en este caso el Development Team se reúne para discutir el progreso diario, adaptar tareas y posibles impedimentos. Al final del sprint se realizó una reunión de revisión del Sprint (Sprint Review Meeting) en la que se hace una demostración de los entregables desarrollados al product owner y a los stakeholders relevantes.

Lenguaje de Modelado

Para modelar el software se utilizó UML, el cual es un lenguaje estándar de modelado para desarrollo de software, centrándose en el análisis y diseño de este. Es comparable a los planos usados en otros campos y consiste en diferentes tipos de diagramas y notaciones. UML guarda una relación directa con el análisis y el diseño orientados a objetos. Las ventajas de utilizar UML son:

- Mejores tiempos de desarrollo.
- Fácil actualización o modificación del software.
- Los diagramas construidos pueden ser reutilizados para otros sistemas.
- Consolida notaciones y conceptos ampliamente conocidos, facilitando así la comprensión de este y la transferencia de conocimiento.

Automatización de Pruebas

Consiste en el uso de un software especial para controlar la ejecución de pruebas y la comparación de los resultados obtenidos con los esperados. Esto con el fin de evitar repeticiones cuya ejecución manual resultaría difícil.

Herramientas

- *JUnit*: Es un conjunto de bibliotecas que son utilizadas en programación para hacer pruebas unitarias de aplicaciones Java.
- *Selenium*: Es un entorno de pruebas de software para aplicaciones basadas en la web.

¿Por qué usar pruebas automatizadas?

- Mejora la calidad del producto.
- Fácil detección de errores.
- Optimiza procesos y pruebas.

Pirámide de Cohn

En ella Mike Cohn establece que hay varios niveles de pruebas, y señala el grado en el que deberíamos automatizarlas⁹⁹.

⁹⁹ Pirámide de Cohn [En línea]. Disponible en Internet:
<<https://www.javiergarzas.com/2015/01/automatizacion-pruebas.html>>

- Test unitarios automáticos, el punto primordial es detectar fallos a nivel de desarrollador. Si este nivel falla podría hacer fallar los siguientes niveles: integración, API etc.
- Test a nivel de Integración, son los más estables y candidatos a automatizar.
- Test de interfaz gráfica automatizados, estos test son variables, lentos en su ejecución y con muchas dependencias con otros componentes.

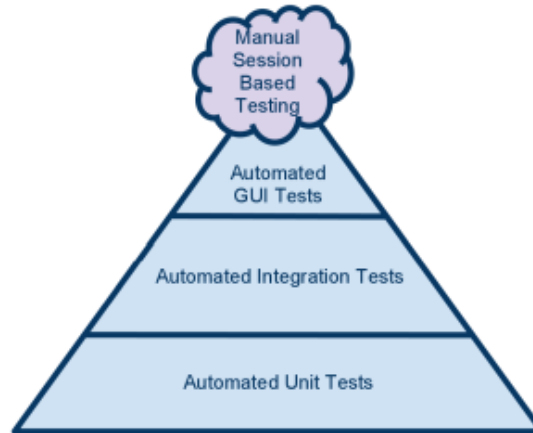


Figura 8. Pirámide de Cohn

Fuente: Pirámide de Cohn [En línea]¹⁰⁰

Prueba de Campo

En los objetivos planteados al inicio del proyecto se planeó verificar el funcionamiento del sistema en la materia de Investigación de Operaciones del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño, debido a que esta materia no se presentó en el transcurso de la investigación y teniendo en cuenta que se tenía acceso a otras materias se decidió aplicar la verificación con en tres materias diferentes (Métodos Numéricos, Ingeniería de Software y Software Grafico), cada una perteneciente al programa de Ingeniera de Sistemas de la Universidad de Nariño, se escoge estas materias ya que se facilita el acceso a estas por parte de los profesores encargados, también debido a la diversidad que cuenta cada grupo en cuanto a género, edad y semestre cursado.

¹⁰⁰ Ibíd. [En línea]

1. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Modelo propuesto

En esta sección se describe la formulación matemática y algorítmica del método propuesto, desde la representación de los miembros que desean agruparse, de las soluciones factibles (agrupaciones) y sus respectivas medidas de aptitud, hasta los operadores empleados para la aplicación del algoritmo genético.

La agrupación de elementos un problema combinatorio general, este consiste en la distribución de elementos entre un número de grupos ya definidos, generalmente estos grupos deben tener el mismo tamaño, y así satisfaciendo una ciertas condiciones. La complejidad de este tipo de problemas se focaliza en las condiciones que deben ser satisfechas, siendo la más común el obtener grupos homogéneos considerando una cierta medida de valor para cada elemento.

En diferentes organizaciones o instituciones, los proyectos o trabajos se llevan a cabo en grupos de trabajo. Desafortunadamente, no existen pasos claros para elegir los grupos que se consideren adecuados. Para la formación óptima de grupos el problema principal sería la explosión combinatoria que se generaría debido al número total de elementos y los grupos deseados, siendo este el otro aspecto a tener en cuenta. De manera general el número posible de combinaciones posibles para formar q grupos, con un número total de elementos p siendo ($q \leq p$) y considerando relevante el ordenamiento de los grupos está dado por la fórmula 1:

$$\binom{p}{q} = \frac{p!}{(p-q)! q!} \quad (1)$$

Por ejemplo al intentar formar grupos de 5 teniendo 50 elementos, el valor será de 2.118.760 posibles combinaciones de diferentes conjuntos de grupos, resaltando así que la búsqueda exhaustiva no es la mejor solución en muchos casos. En estos casos los algoritmos meta heurísticos son una buena alternativa debido a que al utilizarlos se podría llegar a una solución satisfactoria, aunque no se puede garantizar el hallar una solución óptima, empleando para ello un esfuerzo de cómputo mucho menor. Entre estos algoritmos se pueden encontrar: algoritmo de recocido simulado, búsqueda local, búsqueda tabú, algoritmo de la colonia de hormigas, algoritmos genéticos, siendo este último el cual se ha seleccionado como objeto de estudio para el presente trabajo.

En el modelo propuesto como ya se ha mencionado se busca encontrar grupos similares entre sí, pero respetando la heterogeneidad de la totalidad de los

miembros contrastando diferentes características como pueden ser rasgos de personalidad, calificaciones, edad, experiencia, etc.

Algoritmo para la conformación de grupos

El primer paso a realizar es la obtención de los datos en los cuales se basara la conformación de grupos, por ejemplo aptitudes, calificaciones, puntajes o rasgos de personalidad. Los datos obtenidos para cada uno de los n miembros pueden representar como en la tabla 4.

Tabla 4. Datos iniciales de cada miembro

Identificador	Miembro	Característica 1	Característica 2	Característica 3
1	MIEMBRO 1	Alto	3	0.6389
2	MIEMBRO 2	Medio	6	0.5278
3	MIEMBRO 3	Bajo	4	0.4167
4	MIEMBRO 4	Medio	5	0.6389
5	MIEMBRO 5	Medio	6	0.2778
6	MIEMBRO 6	Alto	7	0.6111

Fuente: Creación propia

Si existe un caso donde las características estén definidas de una forma categórica se debe discretizar numéricamente. Por ejemplo los valores “alto”, “medio” y “bajo” se podrían cambiar por 1, 2 y 3 respectivamente, así como se puede apreciar en la figura 9.

Figura 9. Ejemplo de Discretizacion numero de una característica

Característica	Característica
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Medio	2
Medio	2
Alto	3

Fuente: Creación propia

Luego se deben estandarizar los valores medidos en diferentes escalas a una escala en común para que no se presenten complicaciones en el cálculo de la función objetivo. Para facilitar esto se aplica la normalización basada en la unidad mostrado en la fórmula 2.

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} (2)$$

Donde X_{max} y X_{min} son el valor máximo y mínimo de la característica correspondiente, siendo 0 el valor mínimo y 1 el valor máximo, para el ejemplo se obtienen los datos mostrados en la tabla 5.

Tabla 5. Características normalizadas a uno

Identificador	Miembro	Característica 1	Característica 2	Característica 3
1	MIEMBRO 1	1	0,3	0.6389
2	MIEMBRO 2	0.5	0,6	0.5278
3	MIEMBRO 3	0	0,4	0.4167
4	MIEMBRO 4	0.5	0,5	0.6389
5	MIEMBRO 5	0.5	0,6	0.2778
6	MIEMBRO 6	1	0,7	0.6111

Fuente: Creación propia

Una vez se obtiene esta información el siguiente paso es calcular la media general MG para cada característica C del total de los n miembros, dando como resultado un vector, como el mostrado a continuación.

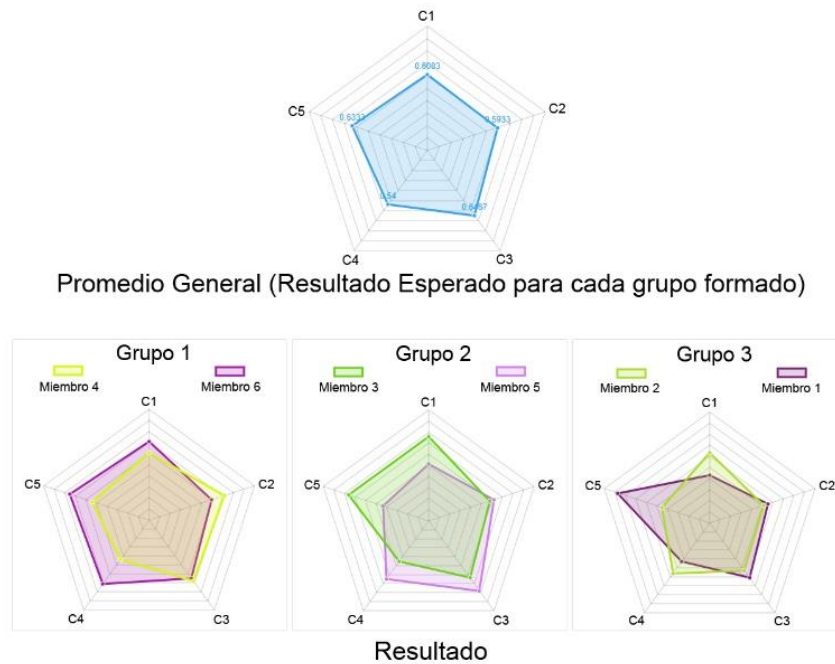
$$MG = \{C_1, C_2, C_3, \dots C_q\}$$

Obteniendo para el ejemplo los siguientes resultados:

$$MG = \{0.58; 0.52; 0.52\}$$

El objetivo final es lograr que los grupos formados tengan los valores posibles más cercanos al promedio total dado por el anterior vector. Por ejemplo si cada característica tuviese el valor de 0.5 en su promedio total, el valor de cada característica para cada grupo formado debería acercarse lo más posible a este valor. Aquí yace la complejidad del problema ya que deben calcularse estos datos de manera simultánea. En la figura27 se puede apreciar el resultado esperado para cada grupo (promedio general) y el resultado obtenido, se tienen 6 miembros, 5 características medidas y se desean formar 3 grupos, se puede evidenciar que cada grupo generado es relativamente similar al promedio.

Figura 10. Resultados esperados para la conformación de grupos



Fuente: Creación propia

Lo siguiente es generar aleatoriamente una población inicial de individuos, entendiendo individuos como una posible solución al problema, teniendo en cuenta que el número de grupos a formar está dado por el número total de miembros n y el número de miembros que se desea tener en cada grupo g , así cada grupo tendrá n/g miembros sin repetición alguna. En dado caso que falten miembros para formar un grupo, se generaran miembros falsos, adoptando el promedio total de cada una de las características de la población total para que estos afecten en un bajo grado el proceso. Así cada gen (miembro) que compone el cromosoma (grupo) contiene el identificador de un miembro, y su posición dentro de la matriz define el grupo al que pertenecería. Por ejemplo, si se tiene un total de 20 miembros y se desea formar 4 grupos, cada uno tendría exactamente 5 miembros. En este caso un posible individuo, si los miembros son numerados consecutivamente, podría ser como el que se presenta en la siguiente tabla, donde cada fila corresponde a un grupo.

Tabla 6. Representación de un individuo

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

Fuente: Creación propia

Para el ejemplo dado en los puntos anteriores la representación de individuos inicial se presenta a continuación, teniendo en cuenta que se desean formar 3 grupos. Solo se mostrara dos individuos para una mejor apreciación.

Tabla 7. Individuos Ejemplo

Individuo 1		Individuo 2	
4	5	5	1
2	3	6	4
1	6	2	3

Fuente: Creación propia

Una vez se genera la población inicial se procede a calcular el promedio X de cada característica C de cada grupo g para cada individuo i utilizando la fórmula 4.

$$IP_g^i = \begin{pmatrix} \bar{X}_{g,1}^i \\ \bar{X}_{g,2}^i \\ \bar{X}_{g,c}^i \end{pmatrix} \quad (3)$$

Donde para cada X tenemos a Q representando el promedio de cada característica por grupo.

$$\bar{X}_{g,c}^i = \{Q_{g,1}; Q_{g,2}; \dots; Q_{g,c}\}$$

Para el ejemplo dado se obtendrían los siguientes valores, estos son mostrados en forma matricial para una mejor apreciación.

Tabla 8. Ejemplo del promedio de cada característica de cada grupo

IP_g^1	C1	C2	C3	IP_g^2	C1	C2	C3
G1	0,5	0,55	0,45835	G1	0,75	0,45	0,45835
G2	0,25	0,5	0,47225	G2	0,75	0,6	0,625
G3	1	0,5	0,625	G3	0,25	0,5	0,47225

Fuente: Creación propia

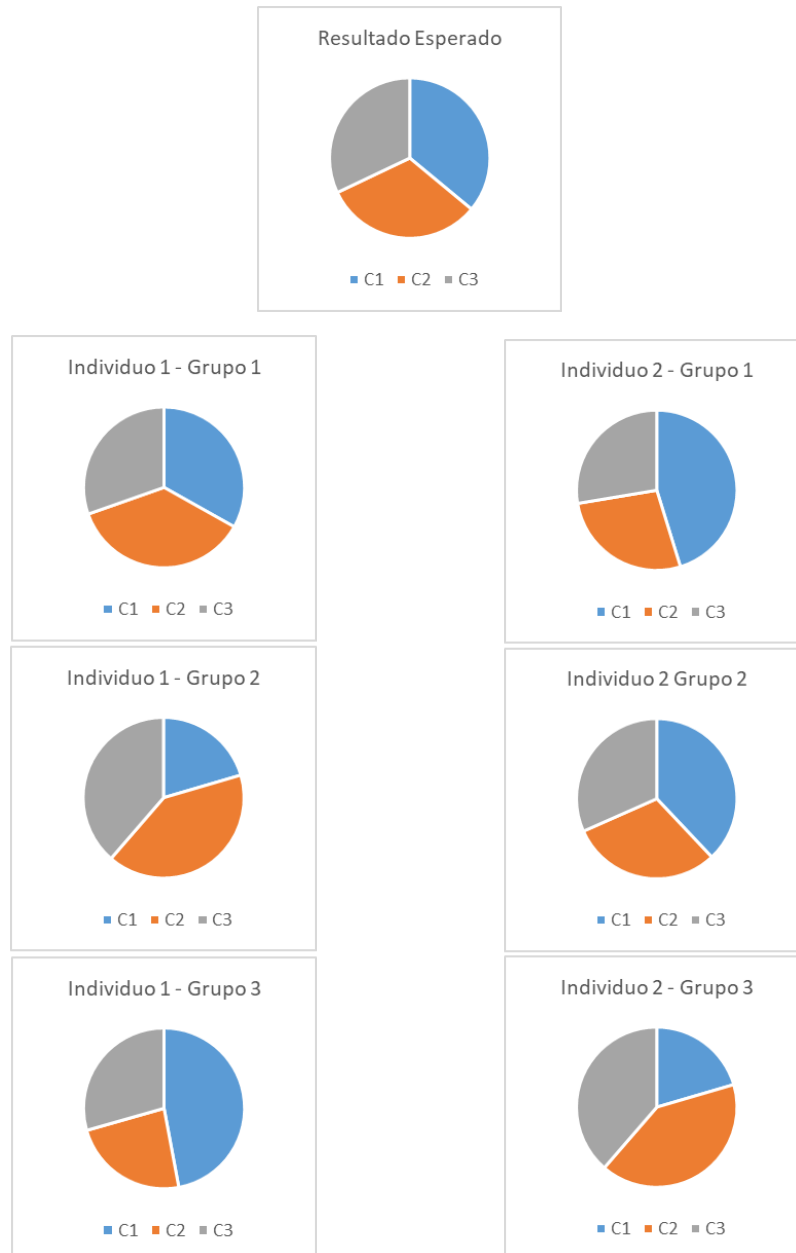
Posteriormente se calcula la función de rendimiento, calculando la sumatoria de las diferencias al cuadrado del promedio de cada característica de cada grupo del individuo y el promedio calculado anteriormente para cada individuo, usando la fórmula 4.

$$D^i = \sum_{g=1}^G \left[(\bar{C}_1 - \bar{X}_{g,1}^i)^2 + (\bar{C}_2 - \bar{X}_{g,2}^i)^2 + \dots + (\bar{C}_m - \bar{X}_{g,m}^i)^2 \right] \quad (4)$$

Entre menor sea este valor (mínimo 0) más similar serán cada uno de los grupos del individuo con respecto al promedio del total de miembros, siendo este el valor de la media de aptitud.

Para los individuos de ejemplo los valores serían $D^1=0.31$ y $D^2=0.19$, siendo el individuo 2 más inter-homogéneo que el individuo 1, comprobando esto en la figura 11.

Figura 11. Ejemplo de media de aptitud esperado

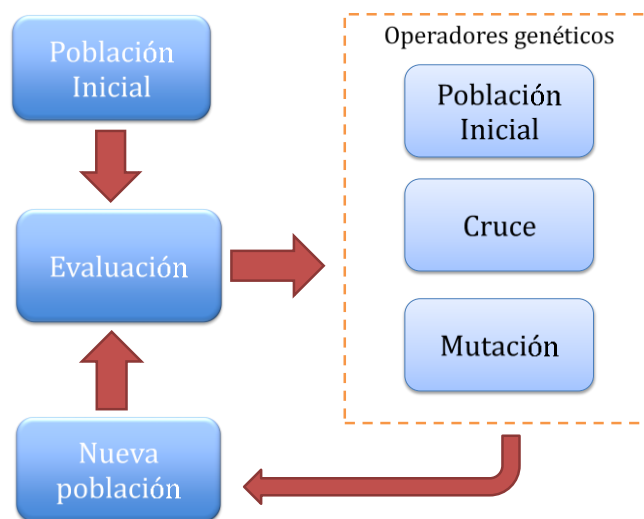


Fuente: Creación propia

Esta conformación es válida, pero la idea es generar una población con i individuos de manera aleatoria. Para cada individuo se calcula la función de rendimiento, el individuo con el menor valor de esta función será el mejor en cuanto a la distribución de los miembros para cada grupo.

Una vez realizado esto se puede llevar a cabo cada uno de los operados genéticos de un algoritmo genético selección, cruce y mutación, hasta que se alcance la media de aptitud deseada. En el primero se seleccionan los individuos "más aptos", es decir con mejor media de aptitud para que luego sean clonados (bajo el principio de supervivencia del más fuerte), el segundo consiste en generar "hijos" a partir de los individuos seleccionados. Combinando los genes (miembros) de dos padres diferentes de alguna manera, teniendo en cuenta en no repetir el mismo miembro en diferentes grupos. El último consiste en cambiar de manera aleatoria de uno o más cromosomas de los individuos dando paso así a una nueva generación (bajo el principio que dichos cambios pueden ser favorables). Los individuos a mutar, al igual que los cromosomas que mutan son seleccionados de manera probabilística.

Figura 12. Esquema general de un Algoritmo Genético



Fuente: Creación propia

Selección:

Existen diferentes métodos de selección, por ejemplo ruleta, ranking, torneo, etc. El método seleccionado para el modelo propuesto es el de ruleta en el cual los individuos de cada generación se pueden comparar con cada porción de una ruleta, el área que cubre esta porción es proporcional a la función de aptitud de

dicho individuo. La probabilidad de selección para cada individuo i se calcula con la fórmula 5.

$$P_i = \frac{f(i)}{AT} \quad (5)$$

Donde AT es la adaptación total de la población, calculada la fórmula 6.

$$AT = \sum_{i=1}^N f(i) \quad (6)$$

Luego se calcula las probabilidades acumuladas q_i en todos los individuos, por ejemplo, antes de empezar la selección para el ejemplo que se ha manejado se tendría lo siguiente, cabe resaltar que se han incrementado el número de individuos ya que facilita la comprensión.

Tabla 9. Individuos ejemplo con su media de aptitud correspondiente

Individuo	1	2	3	4	5	6
Media de Aptitud	0,31	0,195	0,45	0,67	0,291	0,662

Fuente: Creación propia

Aplicando la fórmula 6 tenemos como probabilidad acumulada $AT=2.578$, al obtener las probabilidades de selección para cada individuo y luego calcular las probabilidades acumuladas obtenemos los siguientes valores.

Tabla 10. Probabilidades de Selección y Acumuladas para cada individuo

Individuo	1	2	3	4	5	6
Probabilidades de Selección (P_i)	0,12	0,076	0,175	0,26	0,113	0,257
Probabilidades Acumuladas (q_i)	0,12	0,196	0,371	0,631	0,744	1,0

Fuente: Creación propia

Luego se generan números aleatorios $r \in [0,1]$, la cantidad de números aleatorios a calcular se da por la fórmula 7, donde i es el número total de individuos y ps es el porcentaje de selección asignado.

$$nA \approx i * ps \quad (7)$$

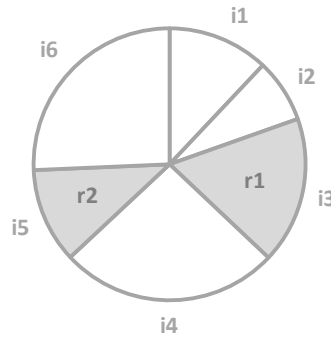
Seguidamente se selecciona los elementos que cumplan la condición $q_{i-1} < r < q_i$, para el ejemplo dado el porcentaje de selección será del 4%, así que la cantidad de números aleatorios es 2, obteniendo por ejemplo los siguientes números aleatorios: $r_1=0.321$ y $r_2=0.684$, los individuos que cumplen con las condiciones de selección serían:

$$q_2 < 0.321 < q_3 \rightarrow i_3$$

$$q_4 < 0.684 < q_5 \rightarrow i_5$$

La figura 13 representa gráficamente la selección realizada:

Figura 13. Representación de la selección por ruleta

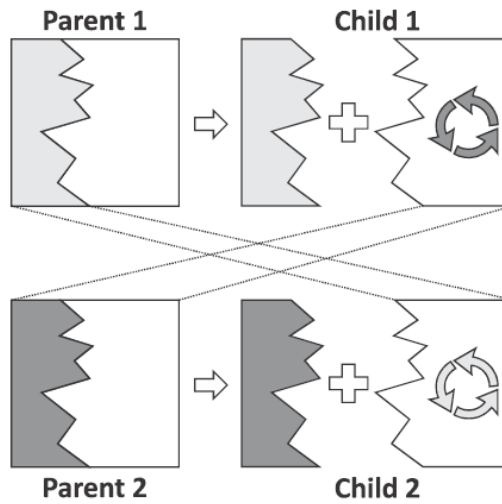


Fuente: Creación propia

Cruce:

Para el proceso de cruce también existen diferentes métodos como el de dos puntos, de orden lineal, emparejamiento parcial, para el modelo propuesto se utilizara una modificación del método C1, en el cual se selecciona un punto de cruce entre los cromosomas de los individuos, combinando un segmento de un individuo con otro de un individuo diferente, teniendo en cuenta el orden en que los genes correspondientes aparezcan y viceversa. Este método aprovecha la representación matricial de cada individuo y en el usar diferentes puntos de cruce (número de filas). Para este operador se respeta las posiciones absolutas y relativas de cada individuo correspondientemente.

Figura 14. Operador C1 Modificado



Fuente: Creación propia

Para cada individuo se calculan números aleatorios igual a su número de grupos $R_j (0 \leq R_j \leq N/G)$. Si el punto de cruce entre dos individuos es el mismo miembro entonces estos se reordenaran de acuerdo a sus posiciones generando así los hijos y así evitando que algún miembro se repita en cada individuo. El número de individuos a cruzar es el número restante de individuos que no se seleccionaron previamente por el método de la ruleta.

Un ejemplo del método de cruce sería el mostrado en la figura 15, el número de grupos es de 4 así que se calcularan 4 números aleatorios, para el ejemplo tenemos $R_j = \{2, 1, 3, 1\}$.

Figura 15. Ejemplo del operador de cruce

Individuo 1				Individuo 2				Individuo 1				Individuo 2			
11	8	9	16	1	6	14	10	11	8	1	6	1	6	11	9
14	1	6	12	7	16	4	2	14	16	2	15	7	16	14	12
3	4	7	2	8	15	13	11	3	4	7	13	8	15	13	3
10	15	5	13	5	12	9	3	10	5	12	9	5	4	2	10

Fuente: Creación propia

Mutación:

La mutación se lleva a cabo una vez se tengan los individuos para la nueva generación después del proceso de selección y cruce. La probabilidad de seleccionar un individuo para mutar se define por un número aleatorio, igualmente

la probabilidad de mutar un gen de cada individuo. Por ejemplo si los valores son 0.2 y 0.06 entonces la probabilidad de seleccionar un individuo para ser mutado sería del 20% y cada gen de su cromosoma tendría el 6% de probabilidad de mutar. Se debe tener en cuenta que el gen a intercambiar no puede estar situado en la misma fila, ya que al pasar esto la mutación no tendría ninguna incidencia.

El proceso continúa así hasta alcanzar la media de aptitud deseada o que pasen un número de generaciones deseadas esperando que cada vez se encuentren individuos mejores.

Spanish Big Five

Big Five Inventory es un cuestionario que evalúa las cinco dimensiones de la personalidad a través de una serie de preguntas, este fue desarrollado por Oliver P. John en 1991¹⁰¹. Spanish Big Five surge de una investigación para pasar Big Five a español adaptado por Verónica Benet Martínez en 1998¹⁰². Según esta investigación existe poca evidencia de diferencias culturales sustanciales en la estructura de la personalidad dado en el amplio nivel de abstracción representado por el cuestionario Big Five.

Este método fue utilizado para obtener los datos para la conformación de grupos.

Herramienta Desarrollada

La construcción de CW-Teams y BF-Manager fue realizada en su totalidad bajo el sistema operativo Windows 10. El lenguaje de programación utilizado fue Java, con el entorno de desarrollo integrado (IDE) Eclipse Neon. El servidor de aplicaciones utilizado fue Tomcat en su versión 7.

Principalmente se realizó el desarrollo de un sistema de agrupamiento integrado en un aplicativo web modular de código abierto, esta herramienta puede ser útil para personas interesadas en desarrollar actividades colaborativas en sus espacios académicos o laborales utilizando el sistema de agrupamiento para el apoyo a la conformación de grupos de trabajo colaborativo.

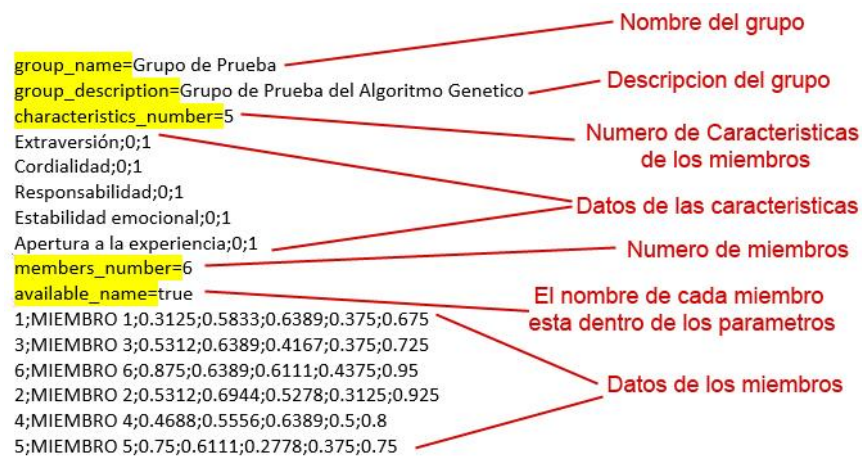
¹⁰¹ John, O. P. The "Big Five" factor taxonomy: Dimensions of personality in the natural language and in questionnaires. In L. Pervin (Ed.), *Handbook of personality: Theory and research* (pp. 66-100). 1991. New York: Guilford Press.

¹⁰² Benet-Martinez, V., & John, O. P. Los Cinco Grandes across cultures and ethnic groups: Multitrait multimethod analyses of the Big Five in Spanish and English. 1998. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75, 729-750.

Dicha aplicación ha sido nombrada como “CW-TEAMS: Software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo basado en algoritmos genéticos” la cual se presenta como una solución informática para la administración de grupos de trabajo colaborativo creando estos a partir de ciertas características de cada integrante, utilizando como técnica de agrupamiento y de optimización los algoritmos genéticos.

Primero se debe subir un archivo de texto con los datos necesarios para formar los grupos con un formato dado en la herramienta (Figura 16). Estos datos pueden ser obtenidos desde la aplicación “BF-MANAGER: Software para la gestión de cuestionarios tipo Big Five” siendo esta la aplicación de respaldo también desarrollada en la investigación. Luego se podrá cambiar algunos parámetros como el título y descripción, así como también escoger que miembros serán los utilizados para conformar los grupos.

Figura 16. Formato de archivo de texto para subir a la herramienta



Fuente: Creación propia

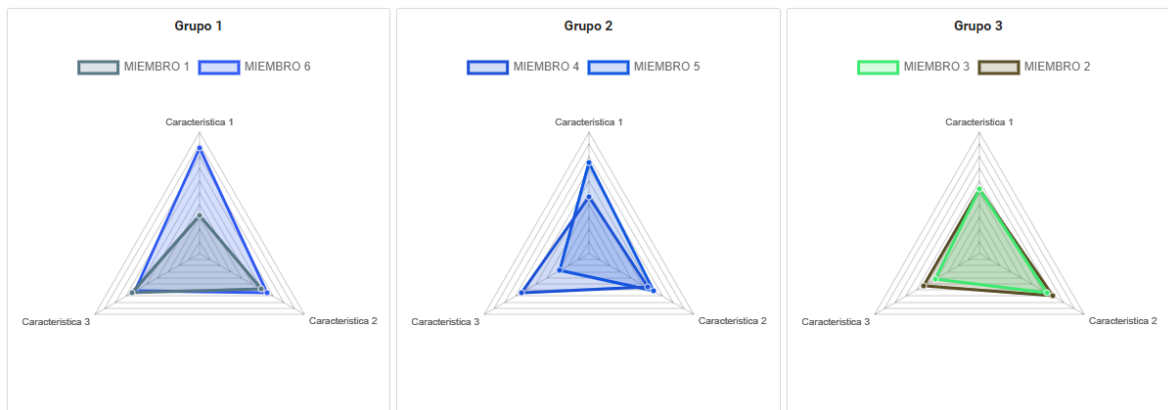
Seguidamente se asignaran los parámetros para la ejecución del algoritmo genético como lo son el número de miembros por grupo, número de generaciones, media de aptitud, porcentaje de selección, y las probabilidades de mutación de individuos y genes (Figura 17). Luego de verificar los datos el aplicativo arrojará los resultados con un formato similar al mostrado en la Figura 18, también permitiendo visualizar el tiempo de generación y parámetros, volver a generar los resultados o descargar estos.

Figura 17. Ventana de asignación de parámetros de la herramienta.

Subir Archivo	Miembros	Parametros	Confirmación
	Numero de Miembros por Grupo 4	Numero de Individuos 80	
	Numero de Características 5	Numero de Generaciones 1.000	
	Media de Aptitud 0,01	Porcentaje de Seleccion 40%	
	Probabilidad Mutación Individuos 20%	Probabilidad Mutación Genes 15%	
Anterior		Siguiete	

Fuente: Aplicación CW-Teams

Figura 18. Resultado obtenido por la aplicación CW-Teams



Fuente: Aplicación CW-Teams

El código fuente de las herramientas desarrolladas se encuentra en un repositorio de GitHub, donde también se encuentran sus respectivos manuales de usuario (<https://github.com/francoecp/cwteams>) (<https://github.com/francoecp/bfmanager>).

ANÁLISIS, DISEÑO Y DESARROLLO

Durante el desarrollo del trabajo de grado se implementaron 2 software denominados **CW-Teams** y **BF-Manager** respectivamente, teniendo en cuenta las características y necesidades de estudio.

Por lo tanto, en esta sección se presenta la especificación de participantes, objetivos del sistema, requerimientos, el análisis y diseño de cada aplicación definiendo la arquitectura, los casos de uso y los diagramas pertinentes que permitan detallar el desarrollo de cada una de ellas.

Participantes

Tabla 11. Información Participante 1

Participante	FRANCO ESTEBAN CÓRDOBA PEREZ
Organización	Universidad de Nariño - Grupo Galeras.NET
Es Desarrollador	Si
Es Cliente	No
Es Usuario	Si
Comentarios	Planifica, organiza y controla la implementación de los sistemas informáticos y lleva a cabo el desarrollo de los mismos. Asegura el buen funcionamiento de las aplicaciones; atiende y resuelve consultas de los usuarios.

Fuente: Creación Propia

Tabla 12. Información Participante 2

Participante	OSCAR REVELO SÁNCHEZ
Organización	Universidad de Nariño - Grupo Galeras.NET
Es Desarrollador	No
Es Cliente	Si
Es Usuario	Si
Comentarios	Brinda Apoyo y asesoría a las partes involucradas. Estima, planifica y da seguimiento al desarrollo del sistema.

Fuente: Creación Propia

Tabla 13. Información Participante 3

Participante	ALEXANDER BARÓN SALAZAR
Organización	Universidad de Nariño - Grupo Galeras.NET
Es Desarrollador	No
Es Cliente	Si
Es Usuario	Si
Comentarios	Brinda Apoyo y asesoría a las partes involucradas. Estima, planifica y da seguimiento al desarrollo del sistema.

Fuente: Creación Propia

CW-TEAMS

Es una aplicación web que se presenta como una solución informática para la administración de grupos de trabajo colaborativo creados a partir de ciertas características de cada integrante, utilizando como técnica de agrupamiento y de optimización los algoritmos genéticos.

Objetivos del sistema

Tabla 14. Objetivo OBJ-001 CW-TEAMS

OBJ-001	Permitir la conformación de grupos de trabajo de manera dinámica y eficiente.
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	Proporcionar una herramienta que permita la creación y gestión de grupos de trabajo colaborativo.
Sub-objetivos	Ninguno
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estado	Implementado
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 15. Objetivo OBJ-002 CW-TEAMS

OBJ-002	Permitir el manejo de diferentes tipos de usuarios.
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	Brindar la posibilidad de manejar diferentes tipos de usuario

	para el manejo controlado de la aplicación.
Sub-objetivos	Ninguno
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estado	Implementado
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Especificación de requerimientos

Se determinan las necesidades o condiciones a satisfacer de cada software a desarrollar, teniendo como parámetro de guía las estrategias recomendadas para la especificación de los requisitos del software descritas por la IEEE 830-1998¹⁰³. Por lo tanto la especificación de requisitos será una descripción completa del comportamiento del sistema, incluyendo un conjunto de casos de uso que describen todas las interacciones que se pueden dar entre los usuarios y el software. También se especificaron requisitos no funcionales, los cuales imponen restricciones al diseño o funcionamiento del sistema.

Los requerimientos de cada software se especificaron tomando también como base la descripción del problema, el objetivo, los alcances y limitaciones descritos anteriormente.

Requisitos de información

Tabla 16. Requisito IRQ-001 CW-TEAMS

<i>IRQ-001</i>	<i>Permitir visualizar los grupos formados y liberados a cualquier usuario</i>
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Datos específicos	Nombre grupo

¹⁰³ AREVALO, Olga Esperanza. et al. IEEE-STD-830-1998: PRÁCTICA RECOMENDADA PARA LAS ESPECIFICACIONES DE REQUISITOS DEL SOFTWARE. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2008. p.3.

	Descripción Dueño Parámetros
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 17. Requisito IRQ-002 CW-TEAMS

IRQ-002	<i>Descargar información de los resultados de la conformación de grupos</i>
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Datos específicos	Nombre grupo Descripción Integrantes grupo Parámetros
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 18. Requisito IRQ-003 CW-TEAMS

IRQ-003	<i>Generar copia de seguridad de los datos y permitir descargarla</i>
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Datos específicos	Título Parámetros Atributos
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 19. Requisito IRQ-004 CW-TEAMS

IRQ-004	<i>Importar base de datos</i>
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Datos específicos	Nombre Parámetros Atributos
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado

Comentarios	Ninguno
--------------------	---------

Fuente: Creación Propia

Requisitos de interfaz

Tabla 20. Requisito de interfaz INRQ-001 CW-TEAMS

INRQ-001	Interfaz de usuario
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	Las interfaces de usuario ayudaran al usuario final trabajando en un ambiente Form, por lo que se dichas interfaces incluirán: <ul style="list-style-type: none"> • Botones • Menús despegables • Mensajes informativos • Mensajes de error • Cuadros de diálogo • Formularios para el ingreso, modificación, actualización y eliminación de datos. • Otros
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 21. Requisito de interfaz INRQ-002 CW-TEAMS

INRQ-002	Menú de Navegación
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	El Menú de navegación lateral o Sidebar permite que el uso de la plataforma sea más amigable con el usuario, de manera que cada menú abarca las opciones más relevantes con las que

	cuenta el sistema.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 22. Requisito de interfaz INRQ-003 CW-TEAMS

INRQ-003	Filtrado de datos
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	La plataforma contará con un mecanismo que permita el filtrado de datos en cada tabla.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 23. Requisito de interfaz INRQ-004 CW-TEAMS

INRQ-004	Barra de Estado
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	Se visualiza una barra de estado de carga cuando se procesan datos, como en el caso de obtener información de la base de datos o en la obtención del algoritmo genético.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 24. Requisito de interfaz INRQ-005 CW-TEAMS

INRQ-005	Generar gráfico de radar
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	Los resultados de la conformación de grupos se representarán en un gráfico de radar o de araña, el cual permite mostrar visualmente los aspectos y medidas de estudio asociados con el conjunto de personas analizadas.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 25. Requisito de interfaz INRQ-006 CW-TEAMS

INRQ-006	Notificación de sugerencias
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	El rol de Administrador recibirá visualmente notificaciones de sugerencias en caso de que sean generadas por otros usuarios.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Requisitos funcionales

Tabla 26. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_001

CWTEAMS_RF_001	Aplicación multilinguaje
Versión	1.0 (10/02/2018)

Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Descripción	La aplicación debe permitir escoger el idioma de visualización, para el caso se dispondrá de una lista desplegable con las opciones Español o Inglés.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 27. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_002

CWTEAMS_RF_002	Permitir manejo de usuarios
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Descripción	<p>La aplicación permite que cualquier usuario pueda acceder a la información de grupos conformados y liberados, sin embargo el sistema admite el ingreso de usuario y contraseña para la autenticación según los diferentes roles y así poder realizar las funciones que tendrá cada usuario según el rol asignado.</p> <p>El rol de Administrador permitirá gestionar es decir crear, modificar, eliminar las cuentas de usuarios y asignar Rol., además de tener acceso a todas las funciones del sistema. También se permite importar datos del usuario desde un archivo con formato csv.</p>
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta

Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 28. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_003

CWTEAMS_RF_003	Visualizar los resultados de cada conformación de grupos.
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Descripción	El usuario Administrador y el dueño de grupo podrán decidir de los grupos conformados, cuáles pueden ser liberados y visualizados para cualquier usuario que ingrese al sistema. También se podrá volver a generar los resultados y descargarlos.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 29. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_004

CWTEAMS_RF_004	Gestionar grupos
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Descripción	En la sección de conformación de grupos, el usuario Administrador puede crear, modificar y eliminar grupos. Para el caso de Crear grupos, se deberá subir un archivo en formato csv con los datos respectivos.

Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 30. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_005

CWTEAMS_RF_005	Gestionar perfil de usuario
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Descripción	El usuario al que se le permite autenticarse en la aplicación, podrá también editar los datos de su perfil y cambiar su contraseña, así mismo será posible recuperar la contraseña en caso de olvido por medio de correo electrónico.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 31. Requisito funcional CW-TEAMS_RF_006

CWTEAMS_RF_006	Visualizar instrucciones
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Descripción	Se mostrarán instrucciones en las secciones de la aplicación en

	las cuales sea necesario.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 32.Requisito funcional CW-TEAMS_RF_007

CWTEAMS_RF_007	Gestionar copias de seguridad
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General CW-TEAMS
Descripción	La aplicación debe permitir la gestión de copias de seguridad con las siguientes opciones: <ul style="list-style-type: none"> • Realizar copia de seguridad. • Restaurar copia de seguridad desde la aplicación. • Restaurar copia de seguridad con un archivo externo. • Descargar copia de seguridad. • Eliminar copia de seguridad.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Requisitos No Funcionales

Portabilidad

Una de las ventajas de utilizar herramientas y lenguajes basados en software libre es que se garantiza la portabilidad. De esta manera un gran porcentaje de la aplicación es portable por el simple hecho de utilizar el lenguaje JAVA. Además se permite acceder a la herramienta en diferentes tipos de dispositivos al ser una aplicación web con diseño responsive.

Seguridad

La seguridad del sistema es por uso de contraseñas para cada usuario autorizado para autenticarse (administrador, gestor de grupo). Esto permite que tengan acceso al sistema solo las personas que tienen autorización.

Integridad

Garantizar la integridad de los datos gracias a la autenticación por roles y a la gestión de las copias de seguridad.

BF-MANAGER

La aplicación web BF-MANAGER se presenta como una solución informática para la administración de cuestionarios, especialmente cuestionarios de tipo Big Five, que en psicología es un test de personalidad donde se hace una valoración a algunas dimensiones de la personalidad del evaluado.

Objetivos del sistema

Tabla 33. Objetivo OBJ-001 BF-MANAGER

OBJ-001	<i>Permitir la administración de cuestionarios</i>
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	Proporcionar una herramienta que permita la administración de cuestionarios mediante su creación, gestión y estadísticas que proporcionen un correcto funcionamiento.
Sub-objetivos	Ninguno
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estado	Implementado

Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 34. Objetivo OBJ-002 BF-MANAGER

OBJ-002	Permitir el manejo de cuestionarios tipo Big Five.
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	La herramienta debe permitir la administración de cuestionarios tipo Big Five para que sea de utilidad al implementar test de personalidad.
Sub-objetivos	Ninguno
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estado	Implementado
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 35. Objetivo OBJ-003 BF-MANAGER

OBJ-003	Permitir el manejo de diferentes tipos de usuarios.
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	Brindar la posibilidad de manejar diferentes tipos de usuario para el manejo controlado de la aplicación.
Sub-objetivos	Ninguno
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estado	Implementado
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Especificación de requerimientos

Los requisitos planteados para esta aplicación se especifican a continuación, así:

Requisitos de información

Tabla 36. Requisito de información IRQ-001 BF-MANAGER

IRQ-001	<i>Permitir visualizar las encuestas formadas y liberadas a cualquier usuario</i>
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Datos específicos	Título encuesta Descripción Dueño Parámetros
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 37. Requisito de información IRQ-002 BF-MANAGER

IRQ-002	<i>Generar copia de seguridad de los datos</i>
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Datos específicos	Título

	Parámetros Atributos
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 38. Requisito de información IRQ-003 BF-MANAGER

IRQ-003	Importar Base de datos
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Datos específicos	Título Parámetros Atributos
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 39. Requisito de información IRQ-004 BF-MANAGER

IRQ-004	Exportar datos csv de los resultados de cada encuesta
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET

Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Datos específicos	Título Parámetros Atributos
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 40. Requisito de información IRQ-005 BF-MANAGER

IRQ-005	Información de cuestionarios
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Datos específicos	Título Descripción Dueño Instrucciones Copyright Tipo Banner Preguntas
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 41. Requisito de información IRQ-006 BF-MANAGER

IRQ-006	Información de cuestionarios Big Five
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Datos específicos	Datos Normalización Dimensiones Valor de Preguntas
Ocurrencias simultáneas	Baja 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Requisitos de interfaz

Tabla 42. Requisito de interfaz INRQ-001 BF-MANAGER

INRQ-001	Interfaz de usuario
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	La interfaz de usuario ayudaran al usuario a trabajar en un ambiente amigable, por lo que se dicha interfaz incluirá: <ul style="list-style-type: none"> • Botones • Menús despegables • Mensajes informativos • Mensajes de error • Cuadros de diálogo • Formularios para el ingreso, modificación, actualización y eliminación de datos. • Otros

Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 43. Requisito de interfaz INRQ-002 BF-MANAGER

INRQ-002	Menú de Navegación
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	El Menú de navegación lateral o Sidebar permite que el uso de la plataforma sea más amigable con el usuario, de manera que cada menú abarca las opciones más relevantes con las que cuenta la plataforma.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 44. Requisito de interfaz INRQ-003 BF-MANAGER

INRQ-003	Filtrado de datos
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	La plataforma contará con un mecanismo que permita el filtrado de datos en cada tabla.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 45. Requisito de interfaz INRQ-004 BF-MANAGER

INRQ-004	Barra de Estado
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	Se visualiza una barra de estado de carga cuando se procesan datos.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 46. Requisito de interfaz INRQ-005 BF-MANAGER

INRQ-005	Mostrar gráfico de radar
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Descripción	Los resultados de la conformación de grupos se representarán en un gráfico de radar o de araña, el cual permite mostrar visualmente los aspectos y medidas de estudio asociados con el conjunto de personas analizadas.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 47. Requisito de interfaz INRQ-006 BF-MANAGER

INRQ-006	Notificación de sugerencias
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET

Descripción	El rol de Administrador recibirá visualmente notificaciones de sugerencias en caso de que sean generadas por otros usuarios.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Requisitos funcionales

Tabla 48. Requisito funcional BFMANAGER_RF_001

BFMANAGER_RF_001	Aplicación multilinguaje
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	La aplicación debe permitir escoger el idioma de visualización, para el caso se dispondrá de una lista desplegable con las opciones de Español o Inglés.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 49. Requisito funcional BFMANAGER_RF_002

BFMANAGER_RF_002	Gestión de usuarios
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET

Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	<p>La aplicación permite que cualquier usuario pueda acceder a la información de encuestas liberadas, sin embargo el sistema admite el ingreso de usuario y contraseña para la autenticación según los diferentes roles como Administrador, gestor de cuestionarios y usuarios invitados y así poder realizar las funciones que tendrá cada usuario según el rol asignado.</p> <p>El rol de Administrador permitirá gestionar es decir crear, modificar, eliminar las cuentas de usuarios y asignar Rol, además de tener acceso a todas las funciones del sistema como administrar encuestas y cuestionarios Big-five en donde podrá crear, modificar o eliminarlos y se encarga de la gestión de resultados. También se le permite importar datos del usuario desde un archivo con formato csv y administrar los grupos a los que se les asignará sus respectivas encuestas.</p> <p>El rol de Gestor de cuestionarios puede administrar los cuestionarios a los cuales el administrador le dio acceso, asignar los grupos de cada cuestionario, permitir si son libres o no y tiene acceso a una vista previa del cuestionario.</p> <p>Los usuarios tendrán la posibilidad de recuperar su contraseña de acceso en caso de olvido.</p> <p>El usuario invitado podrá acceder para resolver los cuestionarios.</p>
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 50. Requisito funcional BFMANAGER_RF_003

BFMANAGER_RF_003	Gestionar perfil de usuario
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	El usuario al que se le permite autenticarse en la aplicación, podrá también editar los datos de su perfil y cambiar su contraseña, así mismo será posible recuperar la contraseña en caso de olvido por medio de correo electrónico.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 51. Requisito funcional BFMANAGER_RF_004

BFMANAGER_RF_004	Visualizar encuestas
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	El usuario Administrador podrá decidir qué encuestas pueden ser liberados y visualizadas para cualquier usuario que ingrese al sistema.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 52. Requisito funcional BFMANAGER_RF_005

BFMANAGER_RF_005 Gestionar grupos de usuario	
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	<p>El sistema manejará grupos de usuario que se crearán para organizar mejor los individuos que responden las encuestas, por lo tanto cada grupo podrá tener uno o más usuarios.</p> <p>El Administrador podrá crear, editar o eliminar los grupos de usuario.</p> <p>El administrador también podrá asignar y eliminar los usuarios a cada grupo.</p>
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 53. Requisito funcional BFMANAGER_RF_006

BFMANAGER_RF_006 Gestionar encuestas	
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	<p>La herramienta permitirá manejar encuestas tanto las de tipo cuestionarios tradicionales como las de tipo Big five.</p> <p>El administrador será el encargado de crear, editar o eliminar las encuestas. Además podrá asignar a cada encuesta un grupo</p>

	<p>de usuarios para que respondan los cuestionarios o eliminar a las encuestas un grupo de usuario según las necesidades.</p> <p>El administrador también podrá crear, modificar o eliminar preguntas a cada encuesta, además se le permitirá agregar, modificar o eliminar opciones en los casos de las preguntas de opción múltiple.</p> <p>Para el caso de las encuestas de tipo big five se permitirá asignar una normalización a cada una. Además es posible agregar, modificar o eliminar dimensiones a las encuestas de este tipo y asignar preguntas y su valor para cada dimensión.</p>
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 54. Requisito funcional BFMANAGER_RF_007

BFMANAGER_RF_007 Gestionar resultados	
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	La herramienta va a permitir visualizar estadísticas para cada encuesta. Además se podrán visualizar también los resultados para cada encuesta ya sea tradicional o encuesta bigfive y se permitirá guardar resultados individuales y visualizarlos en un gráfico radar.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1

	Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 55. Requisito funcional BFMANAGER_RF_008

BFMANAGER_RF_008	Exportar datos para cwteams
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	La herramienta va a permitir exportar los datos de la encuesta bigfive para poder utilizarlos como datos de entrada en la herramienta cwteams.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 56. Requisito funcional BFMANAGER_RF_009

BFMANAGER_RF_009	Visualizar instrucciones
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	Se mostrarán instrucciones en las secciones de la aplicación en las cuales sea necesario.
Ocurrencias	Bajo

simultáneas	1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 57. Requisito funcional BFMANAGER_RF_010

<i>BFMANAGER_RF_010 Descargar información de los resultados de las encuestas</i>	
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	La herramienta permitirá descargar la información referente a los resultados de las encuestas.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Tabla 58. Requisito funcional BFMANAGER_RF_011

<i>BFMANAGER_RF_011 Manejo de copias de seguridad</i>	
Versión	1.0 (10/02/2018)
Autores	Franco Esteban Córdoba Pérez
Fuentes	Grupo Galeras.NET
Dependencias	Diagrama CU General BF-MANAGER
Descripción	La aplicación debe permitir la gestión de copias de seguridad con las siguientes opciones: <ul style="list-style-type: none"> • Realizar copia de seguridad.

	<ul style="list-style-type: none"> • Restaurar copia de seguridad desde la aplicación. • Restaurar copia de seguridad con un archivo externo. • Descargar copia de seguridad. • Eliminar copia de seguridad.
Ocurrencias simultáneas	Bajo 1 Cantidad media de ocurrencias simultaneas
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estabilidad	Alta
Estado	Implementado
Comentarios	Ninguno

Fuente: Creación Propia

Requisitos No Funcionales

Portabilidad

Una de las ventajas de utilizar herramientas y lenguajes basados en software libre es que se garantiza la portabilidad. De esta manera un gran porcentaje de la aplicación es portable por el simple hecho de utilizar el lenguaje JAVA. Además se permite acceder a la herramienta en diferentes tipos de dispositivos al ser una aplicación web con diseño responsive.

Seguridad

La seguridad del sistema es por uso de contraseñas para cada usuario autorizado para autenticarse (administrador, gestor de cuestionarios, invitado). Esto permite que tengan acceso al sistema solo las personas que tienen autorización.

Integridad

Garantizar la integridad de los datos gracias a la autenticación por roles y a la gestión de las copias de seguridad.

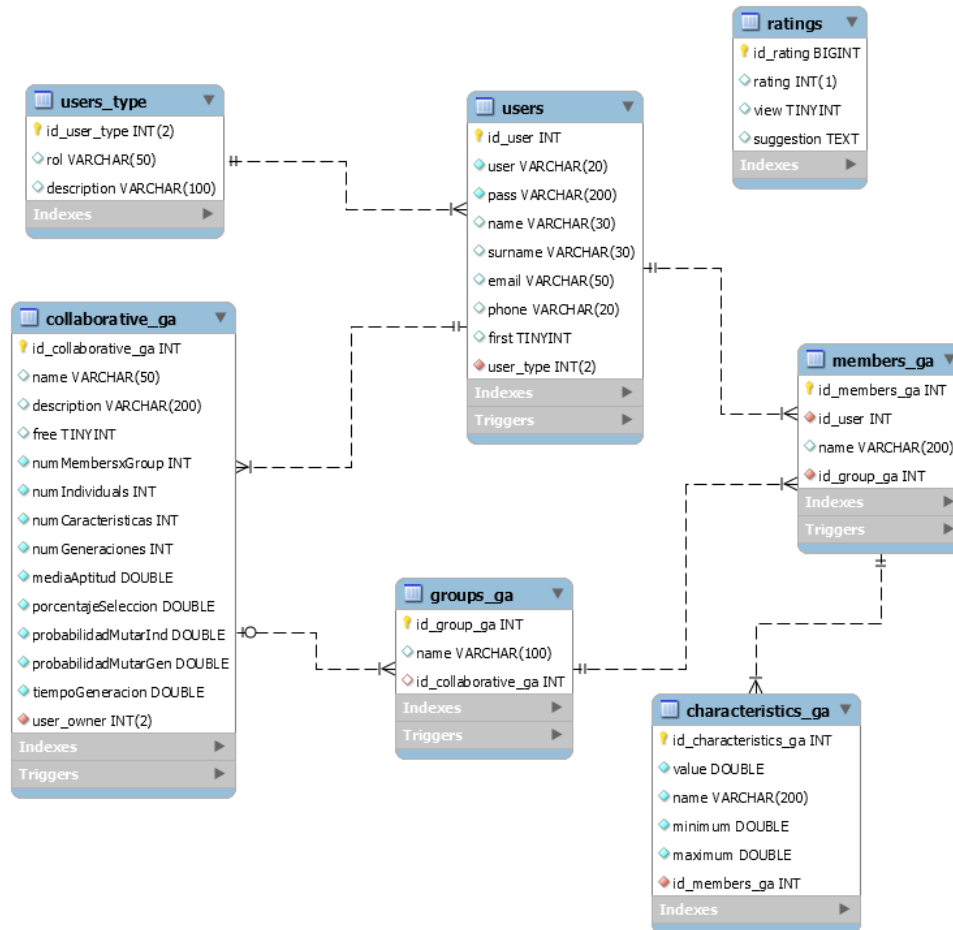
Arquitectura del sistema

La arquitectura de software proporciona un marco de referencia necesario para guiar la construcción del mismo, cubrir todos los objetivos y restricciones de cada aplicación. En este sentido, cada aplicación maneja la siguiente arquitectura:

CW-TEAMS - Definición del modelo de datos

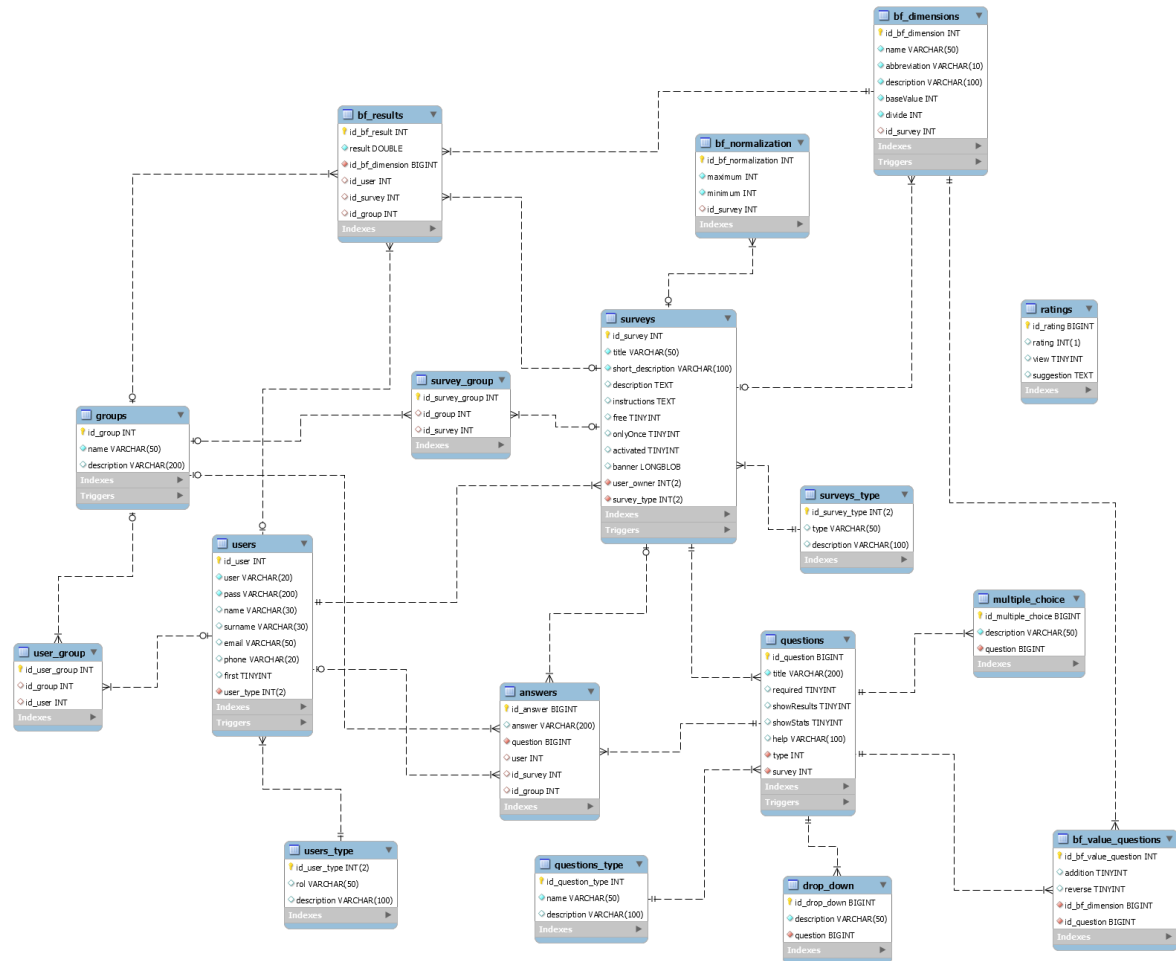
Luego de analizar los requerimientos se definió un modelo de datos para el almacenamiento de información. Se definió el modelo Entidad – Relación de la base de datos, considerando los atributos de los cuales se dispusieron.

Figura 19. Modelo Entidad - Relación CW-TEAMS



Fuente: Creación propia

Figura 20. Modelo Entidad - Relación BF-MANAGER

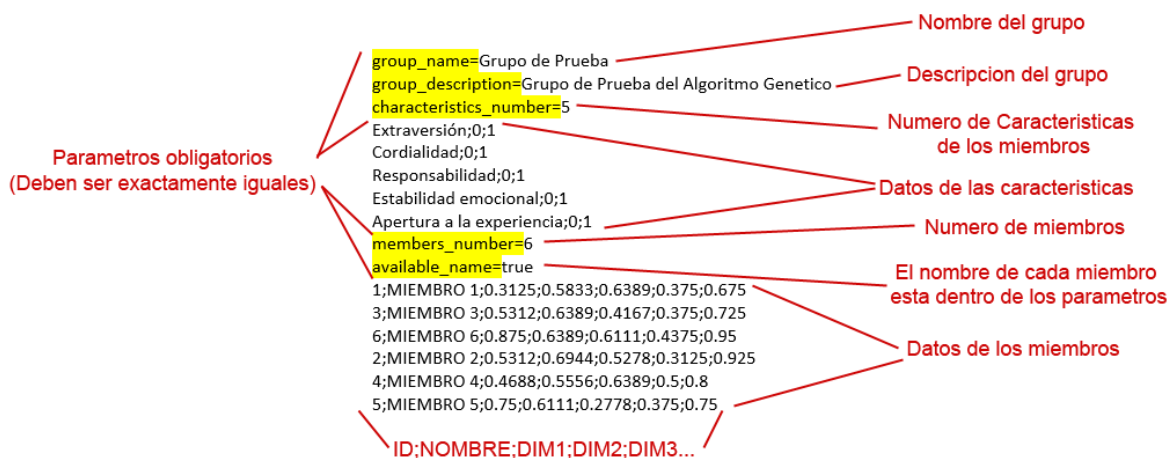


Fuente: Creación propia

CW-TEAMS - Obtención de datos

Los datos a utilizar dentro de la aplicación se obtienen a través de la interacción del usuario con el aplicativo. Para la conformación de grupos se necesita un archivo de texto plano con cierto formato de datos para ser importado al aplicativo. Estos datos también se pueden obtener desde el aplicativo BF-MANAGER.

Figura 21. Datos utilizados en CW-TEAMS



Fuente: Creación propia

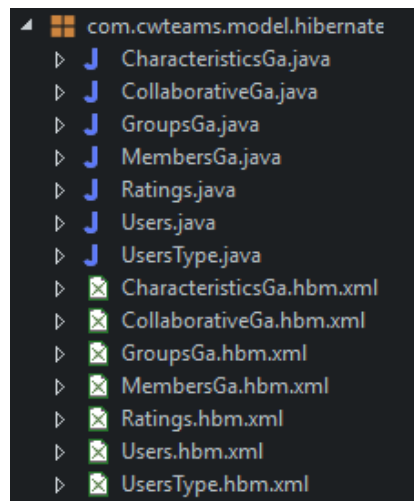
Paquetes (Clases): La configuración de paquetes fue utilizada de forma similar en CW-Teams y BF-Manager

- **Paquete POJO (Hibernate):** Contiene el modelo de la base de datos representado en entidades, en otras palabras son entidades mapeadas de la base de datos, son las clases de la base de datos con iguales atributos, todo esto lo hace el framework de gestión de la persistencia de los datos JPA (Java Persistence API) con ayuda de los archivos XML contenidos en el paquete.
- **Paquete DAO:** Se compone por un conjunto de clases que se encargan de realizar el acceso a la información contenida en la base de datos, cuando se desee acceder a la base de datos, ya sea para actualizar, borrar, insertar y/o crear nuevos datos, necesariamente se hace uso de este paquete.
- **Paquete de Beans:** Se compone de un conjunto de clases encargadas principalmente de encapsular información para luego ser reutilizada u obtenida desde otras entidades o para utilizarla en la inyección de dependencias.
- **Paquete Converter:** Contienen un conjunto de clases utilizadas para asegurar la conversión de algunos tipos de datos para luego ser introducidos correctamente en la interfaz de usuario utilizando el framework JSF (JavaServer Faces).

- **Paquete Languages:** Contiene archivos de texto plano que son utilizados para dar soporte multi-idioma, obteniendo la traducción de diferentes mensajes dentro de la aplicación.
- **Paquete Security:** Contiene una única clase encargada del enrutamiento de páginas según el tipo de usuario.
- **Paquetes Serenity:** Paquetes que contienen diferentes clases para la configuración del tema Serenity, así como la combinación de colores en la interfaz gráfica para cada tipo de usuario.
- **Paquete Service:** Paquete que contiene diferentes clases utilizadas para escribir la lógica de negocio, donde el framework Spring se encarga de gestionar estas clases.
- **Paquete Utils:** Contiene un conjunto de clases con diferentes funciones agrupadas de forma genérica que son de uso común en la aplicación.

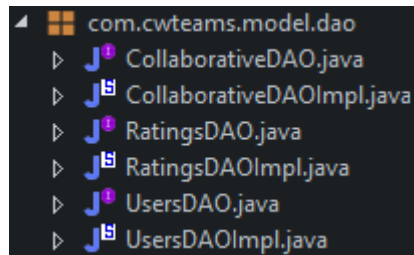
CW-TEAMS - Paquetes (Clases)

Paquete POJO (Hibernate):



Fuente: Creación propia

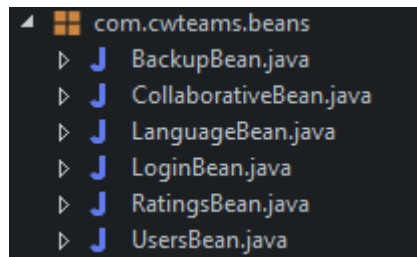
Paquete DAO:



Fuente: Creación propia

- CollaborativeDAO.java: permite el acceso CRUD a los datos de las entidades CollaborativeGA, GroupsGA, MembersGA y CharacteristicsGA. Esta entidad corresponde a las tablas collaborative_ga, groups_ga, members_ga y characteristics_ga respectivamente en la base de datos.
- RatingsDAO.java: permite el acceso CRUD a los datos de la entidad Ratings. Esta entidad corresponde a la tabla ratings de la base de datos.
- UsersDAO.java: permite el acceso CRUD a los datos de la entidad Users y UserType. Esta entidad corresponde a las tablas users y users_type respectivamente en la base de datos.

Paquete de Beans: Su clase principal es CollaborativeBean.



Fuente: Creación propia

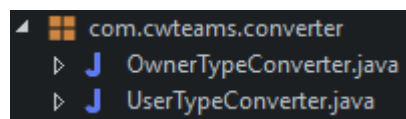
- Clase CollaborativeBean: Es la clase encargada de encapsular diferentes datos utilizados para la gestión de la conformación de grupos, su método principal es procesarGA.

CollaborativeBean
-selectCollaborative: List -membersSub: List -selectedMemberData: List -collaborativeActual: CollaborativeGa -fileDownload: StreamedContent -archivoSubido: boolean -gruposTemp: ArrayList
+prepararDatos() +colocarCollaborative() +obtenerCollaborativexId() +obtenerGrupos() +obtenerCollaboratives() +getCollaborativeGaxOwner() +obtenerMembersxIdGroupGa() +firstCollaborative() +renewConformacion() +procesarGA() +chartMember() +chartGroup() +chartGroupLoad() +chartGroupLoadFree() +chartMedia() +chartMediaFree() +generarArchivoDownload() +generarArchivoDownloadFree() +eliminar() +actualizar()

Fuente: Creación propia

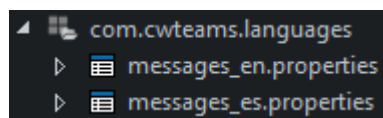
- procesarGA: Método público en el cual se reciben diferentes parámetros que son utilizados para obtener los datos necesarios para luego ser enviados a la clase encargada para generar y guardar los grupos de trabajo colaborativo.

Paquete Converter:



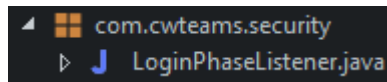
Fuente: Creación propia

Paquete Languages:



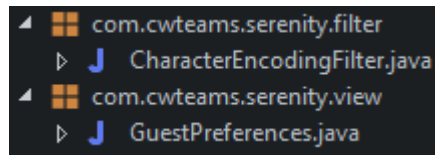
Fuente: Creación propia

Paquete Security:



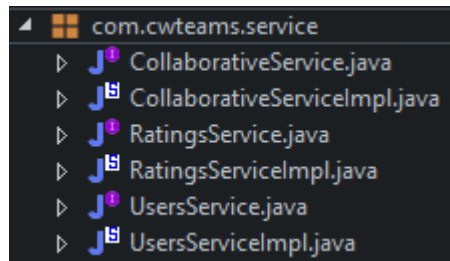
Fuente: Creación propia

Paquetes Serenity:



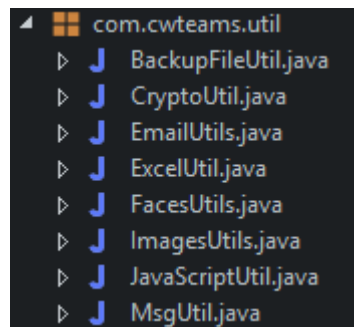
Fuente: Creación propia

Paquete Service:



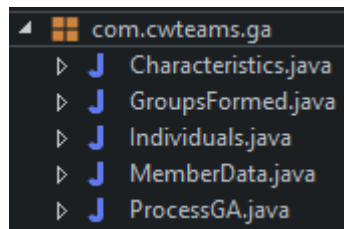
Fuente: Creación propia

Paquete Utils:



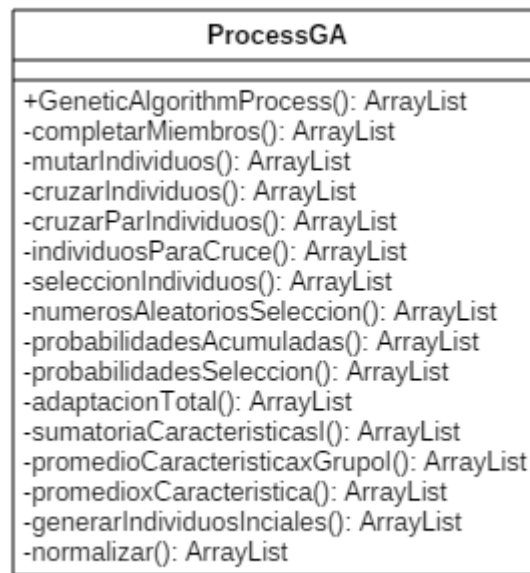
Fuente: Creación propia

Paquete GA (Algoritmo Genético): Se compone de un conjunto de clases para el manejo de datos del algoritmo genético, su clase principal es ProcessGA, las clases restantes son de tipo POJO.



Fuente: Creación propia

- Clase ProcessGA: Es la clase encargada de manejar el proceso de conformación de grupos a través de un algoritmo genético, su método principal es GeneticAlgorithmProcess.



Fuente: Creación propia

- GeneticAlgorithmProcess: Método público en el cual se reciben diferentes parámetros necesarios para cada proceso del algoritmo genético y se retorna una lista con los grupos conformados.

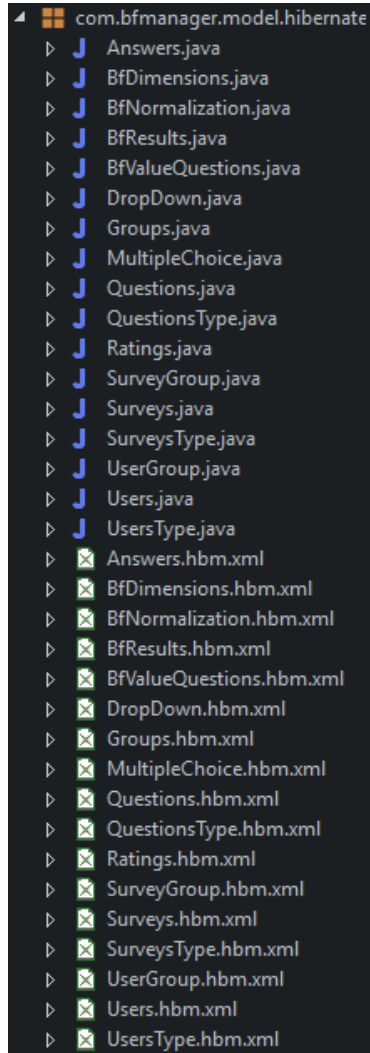
Figura 22. Logo CW-TEAMS



Fuente: Creación propia

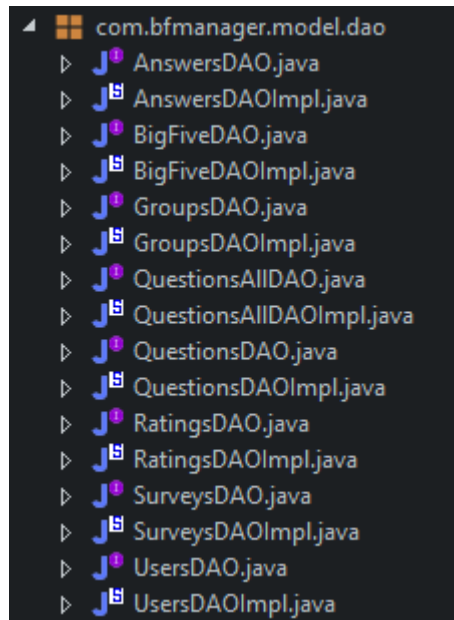
BF-MANAGER - Paquetes (Clases)

Paquete POJO (Hibernate):



Fuente: Creación propia

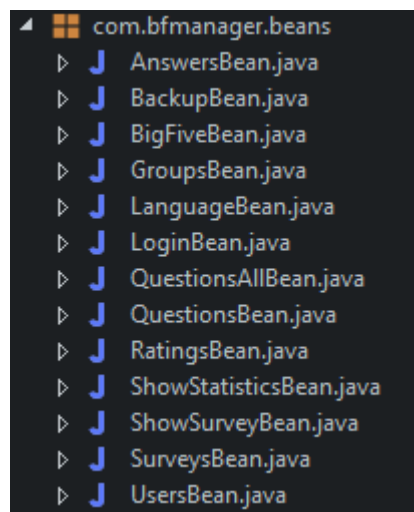
Paquete DAO:



Fuente: Creación propia

- BigFiveDAO.java: permite el acceso CRUD a los datos de las entidades relacionadas con cuestionarios tipo BigFive.
- SurveysDAO.java: permite el acceso CRUD a los datos de la entidad Surveys. Esta entidad corresponde a la tabla surveys de la base de datos.

Paquete de Beans: Sus clases principales son BigFiveBean y SurveysBean.



Fuente: Creación propia

- Clase SurveysBean: Es la clase encargada de encapsular datos utilizados para la gestión de cuestionarios.

SurveysBean
-filterSurveys: List -editar: boolean -ulmagen: String -survey: Surveys -selectedSurveys: List
+getSelectedSurveys(): List +getSurveysFree(): List +getSurveysBFI(): List +getSurveyTypes(): List +guardar() +actualizar() +eliminar() +eliminarSurveys() +getSurveyxld(): Surveys +subirImagen()

Fuente: Creación propia

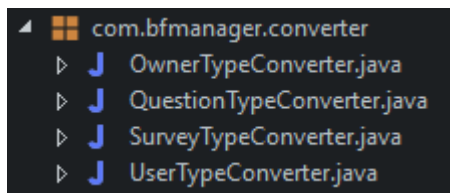
- Clase BigFiveBean: Es la clase encargada de encapsular diferentes datos utilizados para la gestión de cuestionarios de tipo Big Five, su método principal es exportarCW.

BigFiveBean
-bf_dimension: BfDimensions -bf_normalization: BfNormalization -bf_value_question: BfValueQuestions -bf_result: BfResults -user_chart: Users -editarDimension: boolean -editarNormalization: boolean -editarValueQuestion: boolean -editarResult: boolean -selectedBfDimensions: List -selectedBfValueQuestions: List -survey: Surveys
+guardarDimension() +actualizarDimension() +searchBfDimensionxId(): BfDimensions +eliminarDimension() +guardarNormalization() +actualizarNormalization() +eliminarNormalization() +getBfNormalization(): List +guardarValueQuestion() +actualizarValueQuestion() +eliminarValueQuestion() +getQuestionsxIdSurvey(): List +guardarResult() +actualizarResult() +eliminarResult() +asignarSurvey() +asignarDimension() +chartBigFive() +exportarCW()

Fuente: Creación propia

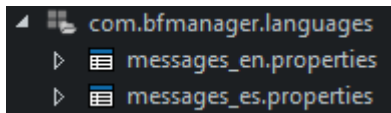
- exportarCW: Método público en el cual se recibe como parámetros el identificador del cuestionario seleccionado y los grupos seleccionados para exportar a un archivo .csv para luego ser utilizado en CW-Teams.

Paquete Converter:



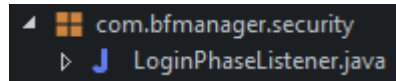
Fuente: Creación propia

Paquete Languages:



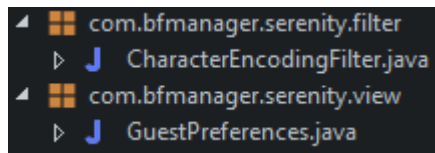
Fuente: Creación propia

Paquete Security:



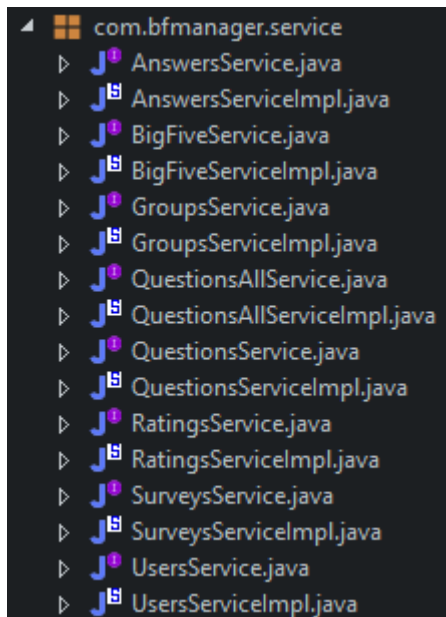
Fuente: Creación propia

Paquetes Serenity:



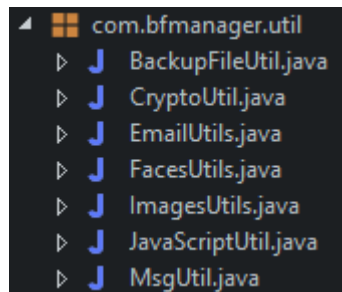
Fuente: Creación propia

Paquete Service:



Fuente: Creación propia

Paquete Utils:



Fuente: Creación propia

Figura 23. Logo BF-MANAGER



Fuente: Creación propia

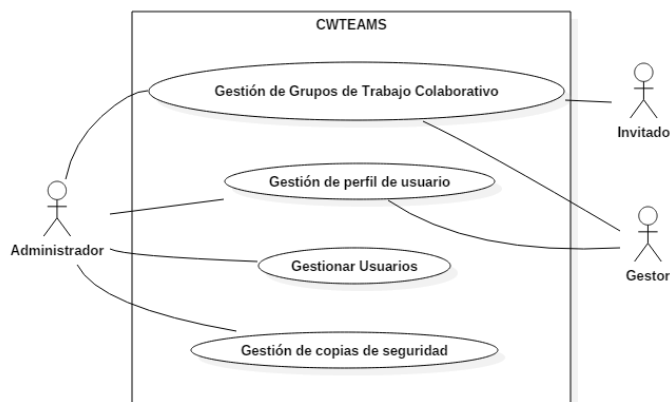
Casos de uso

CW-TEAMS

Definición de Usuarios

- **Administrador:** Usuario administrador del sistema, quien tiene privilegios para realizar cualquier acción dentro del sistema.
- **Gestor:** Usuario que gestiona los conjuntos de grupos de trabajo colaborativo asignados a este usuario por un administrador o creados por este mismo.
- **Invitado:** Es un usuario que desde la página de inicio puede visualizar los conjuntos de grupos liberados, así como también puede crear conjuntos de grupos de trabajo colaborativo pero estos no se guardaran en la base de datos.

Figura 24. Diagrama Caso de uso General CW-TEAMS



Fuente: Creación Propia

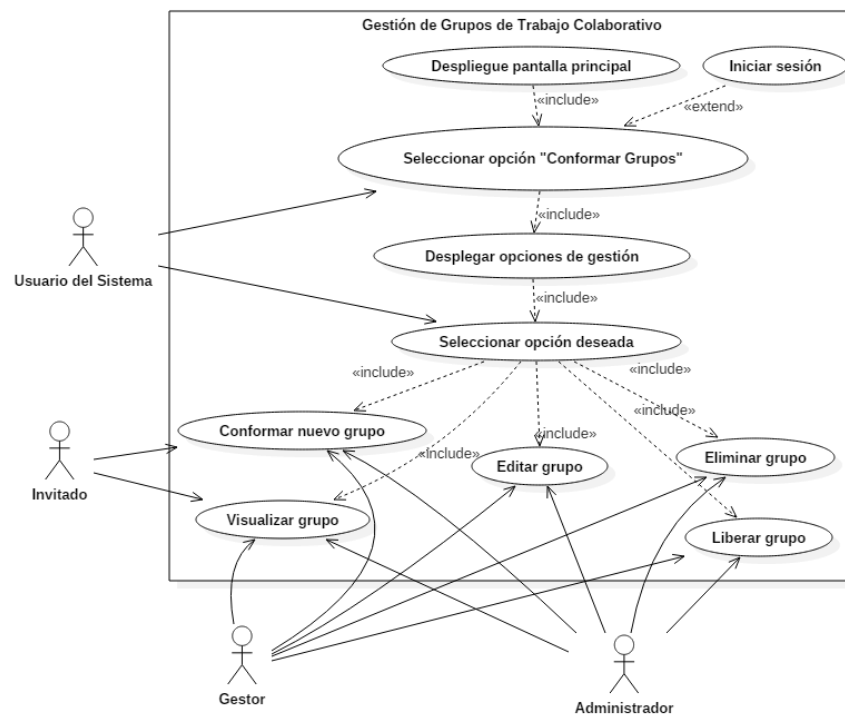
Tabla 59. Descripción caso de uso: CU-001 Gestión de Grupos de Trabajo Colaborativo CW-TEAMS

CU-001 <i>Gestión de Grupos de Trabajo Colaborativo</i>	
Actores del Sistema	Administrador, Gestor, Invitado
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar la conformación de grupos de trabajo colaborativo.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. Conexión correcta a la base de datos del sistema.
Postcondiciones	La acción seleccionada se ha ejecutado.
Flujo Básico	<p>Paso Acción</p> <ol style="list-style-type: none"> El sistema despliega la pantalla principal. El usuario selecciona la opción <i>Conformar Grupos</i> en el menú <i>Trabajo Colaborativo</i>. El sistema despliega la interfaz con las opciones para gestionar los grupos de trabajo colaborativo ya conformados y la opción para crear uno nuevo. El usuario selecciona la opción deseada. El sistema ejecuta la acción seleccionada.
Flujo Alternativo	<p>Paso Acción</p> <ol style="list-style-type: none"> 1a. Si es un usuario con cuenta puede iniciar sesión. 3a. Si el usuario no ha iniciado sesión solo podrá visualizar grupos que hayan sido liberados y crear temporalmente un grupo de trabajo colaborativo. 4a. Si el usuario ha iniciado sesión y el grupo ya conformado le pertenece podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> para

	<p>modificar datos básicos (Nombre y Descripción)</p> <p>4b. Si el usuario ha iniciado sesión y el grupo ya conformado le pertenece podrá seleccionar la opción <i>Eliminar</i> para remover el grupo de la base de datos.</p> <p>4c. Si el usuario ha iniciado sesión y el grupo ya conformado le pertenece podrá seleccionar la opción <i>Liberar</i> para liberar el grupo y que este pueda ser visualizado por cualquier usuario sin necesidad de iniciar sesión.</p> <p>4d. El usuario podrá seleccionar la opción <i>Conformar nuevo grupo</i> donde podrá crear un nuevo grupo según los datos proporcionados, si el usuario ha iniciado sesión el grupo se guardara en la base de datos de lo contrario no.</p> <p>4e. El usuario podrá visualizar los grupos ya conformados si le pertenecen o si estos han sido liberados (En caso de no iniciar sesión). Si el usuario ha iniciado sesión tendrá la opción de volver a generar los grupos.</p>
--	---

Fuente: Creación propia

Figura 25. Diagrama caso de uso: CU-001 Gestión de Grupos de Trabajo Colaborativo CW-TEAMS



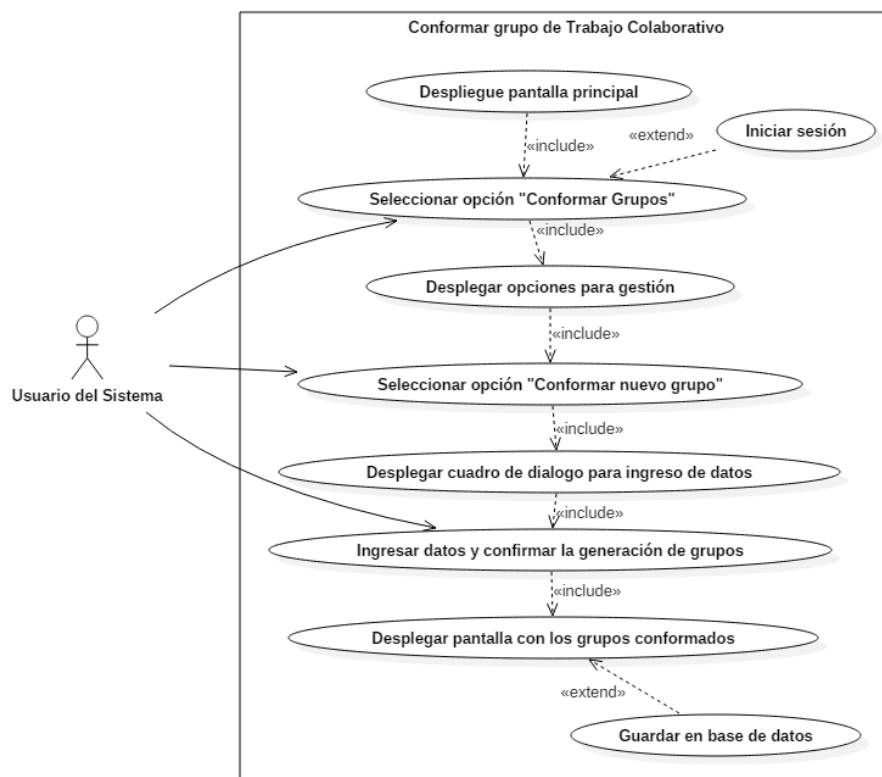
Fuente: Creación propia

Tabla 60. Descripción caso de uso: CU-002 Conformar grupos de Trabajo Colaborativo CW-TEAMS

CU-002 Conformar grupo de Trabajo Colaborativo																											
Actores del Sistema	Administrador, Gestor, Invitado																										
Descripción	La aplicación debe permitir crear grupos de trabajo colaborativo.																										
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. • Conexión correcta a la base de datos del sistema. 																										
Postcondiciones	Se creara un nuevo grupo de trabajo colaborativo.																										
Flujo Básico	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema despliega la pantalla principal.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El usuario selecciona la opción <i>Conformar Grupos</i> en el menú <i>Trabajo Colaborativo</i>.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>El sistema despliega la interfaz con las opciones para gestionar los grupos de trabajo colaborativo ya conformados y la opción para crear uno nuevo.</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>El usuario selecciona la opción <i>Conformar nuevo grupo</i>.</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>El sistema despliega un cuadro de dialogo para cargar el archivo donde se encuentran los datos básicos para generar los grupos, por ejemplo el puntaje de cada miembro.</td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>El usuario carga el archivo necesario según un formato dado por la aplicación y da clic en la opción <i>Siguiente</i>.</td> </tr> <tr> <td>7.</td> <td>El sistema valida la información y desplegara un formulario para editar el nombre y la descripción del grupo, y dará la opción de seleccionar que miembros del grupo se utilizaran para la conformación.</td> </tr> <tr> <td>8.</td> <td>El usuario edita el nombre y la descripción del grupo, y selecciona los miembros a utilizar, por ultimo da clic en la opción <i>Siguiente</i>.</td> </tr> <tr> <td>9.</td> <td>El sistema valida la información y desplegara un formulario donde se ingresaran los datos donde se especifica diferentes parámetros para generar los grupos.</td> </tr> <tr> <td>10.</td> <td>El usuario ingresa los parámetros necesarios para la conformación de grupos y da clic en <i>Siguiente</i>.</td> </tr> <tr> <td>11.</td> <td>El sistema valida la información y despliega un resumen con los datos ingresados por el usuario.</td> </tr> <tr> <td>12.</td> <td>El usuario da clic en Confirmar luego de confirmar los datos.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1.	El sistema despliega la pantalla principal.	2.	El usuario selecciona la opción <i>Conformar Grupos</i> en el menú <i>Trabajo Colaborativo</i> .	3.	El sistema despliega la interfaz con las opciones para gestionar los grupos de trabajo colaborativo ya conformados y la opción para crear uno nuevo.	4.	El usuario selecciona la opción <i>Conformar nuevo grupo</i> .	5.	El sistema despliega un cuadro de dialogo para cargar el archivo donde se encuentran los datos básicos para generar los grupos, por ejemplo el puntaje de cada miembro.	6.	El usuario carga el archivo necesario según un formato dado por la aplicación y da clic en la opción <i>Siguiente</i> .	7.	El sistema valida la información y desplegara un formulario para editar el nombre y la descripción del grupo, y dará la opción de seleccionar que miembros del grupo se utilizaran para la conformación.	8.	El usuario edita el nombre y la descripción del grupo, y selecciona los miembros a utilizar, por ultimo da clic en la opción <i>Siguiente</i> .	9.	El sistema valida la información y desplegara un formulario donde se ingresaran los datos donde se especifica diferentes parámetros para generar los grupos.	10.	El usuario ingresa los parámetros necesarios para la conformación de grupos y da clic en <i>Siguiente</i> .	11.	El sistema valida la información y despliega un resumen con los datos ingresados por el usuario.	12.	El usuario da clic en Confirmar luego de confirmar los datos.
Paso	Acción																										
1.	El sistema despliega la pantalla principal.																										
2.	El usuario selecciona la opción <i>Conformar Grupos</i> en el menú <i>Trabajo Colaborativo</i> .																										
3.	El sistema despliega la interfaz con las opciones para gestionar los grupos de trabajo colaborativo ya conformados y la opción para crear uno nuevo.																										
4.	El usuario selecciona la opción <i>Conformar nuevo grupo</i> .																										
5.	El sistema despliega un cuadro de dialogo para cargar el archivo donde se encuentran los datos básicos para generar los grupos, por ejemplo el puntaje de cada miembro.																										
6.	El usuario carga el archivo necesario según un formato dado por la aplicación y da clic en la opción <i>Siguiente</i> .																										
7.	El sistema valida la información y desplegara un formulario para editar el nombre y la descripción del grupo, y dará la opción de seleccionar que miembros del grupo se utilizaran para la conformación.																										
8.	El usuario edita el nombre y la descripción del grupo, y selecciona los miembros a utilizar, por ultimo da clic en la opción <i>Siguiente</i> .																										
9.	El sistema valida la información y desplegara un formulario donde se ingresaran los datos donde se especifica diferentes parámetros para generar los grupos.																										
10.	El usuario ingresa los parámetros necesarios para la conformación de grupos y da clic en <i>Siguiente</i> .																										
11.	El sistema valida la información y despliega un resumen con los datos ingresados por el usuario.																										
12.	El usuario da clic en Confirmar luego de confirmar los datos.																										

	13. El sistema despliega una página donde se puede apreciar los grupos conformados y las opciones para volver a generar los grupos o descargar los resultados.
Flujo Alternativo	<p>Paso Acción</p> <p>1a. Si es un usuario con cuenta puede iniciar sesión.</p> <p>6a. El sistema solo aceptara archivos con el formato dado como ejemplo.</p> <p>13a. Solo si el usuario ha iniciado sesión los datos quedaran guardados en la base de datos.</p>

Figura 26. Diagrama caso de uso: CU-002 Conformar grupos de Trabajo Colaborativo CW-TEAMS



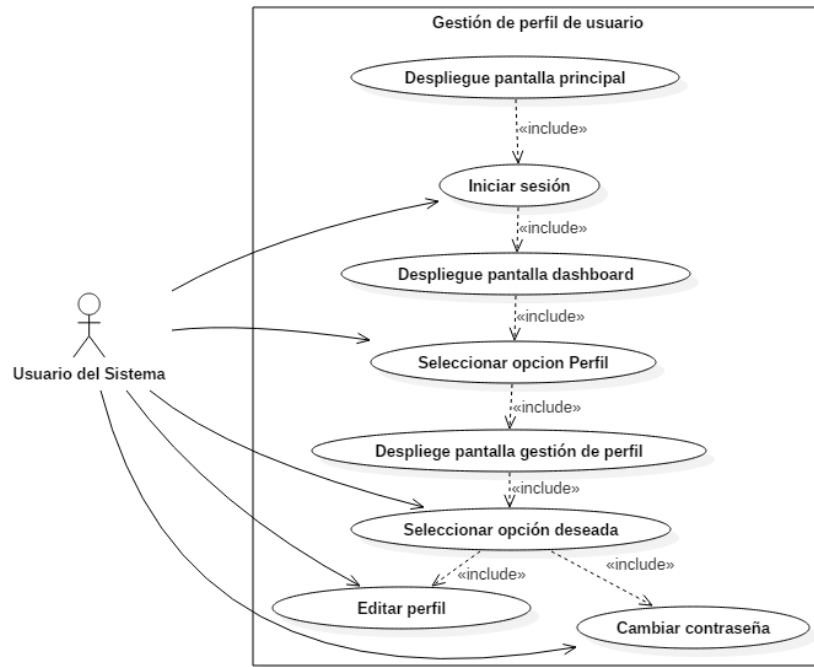
Fuente: Creación propia

Tabla 61. Descripción caso de uso: CU-003 Gestión de perfil de usuario CW-TEAMS

CU-003		Gestión de perfil de usuario	
Actores del Sistema	Administrador, Gestor		
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar el perfil de usuario.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. • Conexión correcta a la base de datos del sistema. 		
Postcondiciones	La acción seleccionada se ejecutara.		
Flujo Básico	Paso	Acción	
	1.	El sistema despliega la pantalla principal.	
	2.	El usuario inicia sesión	
	3.	El sistema despliega el dashboard.	
	4.	El usuario selecciona la opción <i>Perfil</i> ubicada en la parte superior.	
	5.	El sistema despliega la pantalla para gestión de perfil.	
	6.	El usuario selecciona la opción deseada	
	7.	El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario.	
Flujo Alternativo	Paso	Acción	
	6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> donde podrá editar la información básica de su perfil.	
	6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Cambiar Contraseña</i> donde podrá modificar su contraseña de usuario.	

Fuente: Creación propia

Figura 27. Diagrama caso de uso: CU-003 Gestión de perfil de usuario CW-TEAMS



Fuente: Creación propia

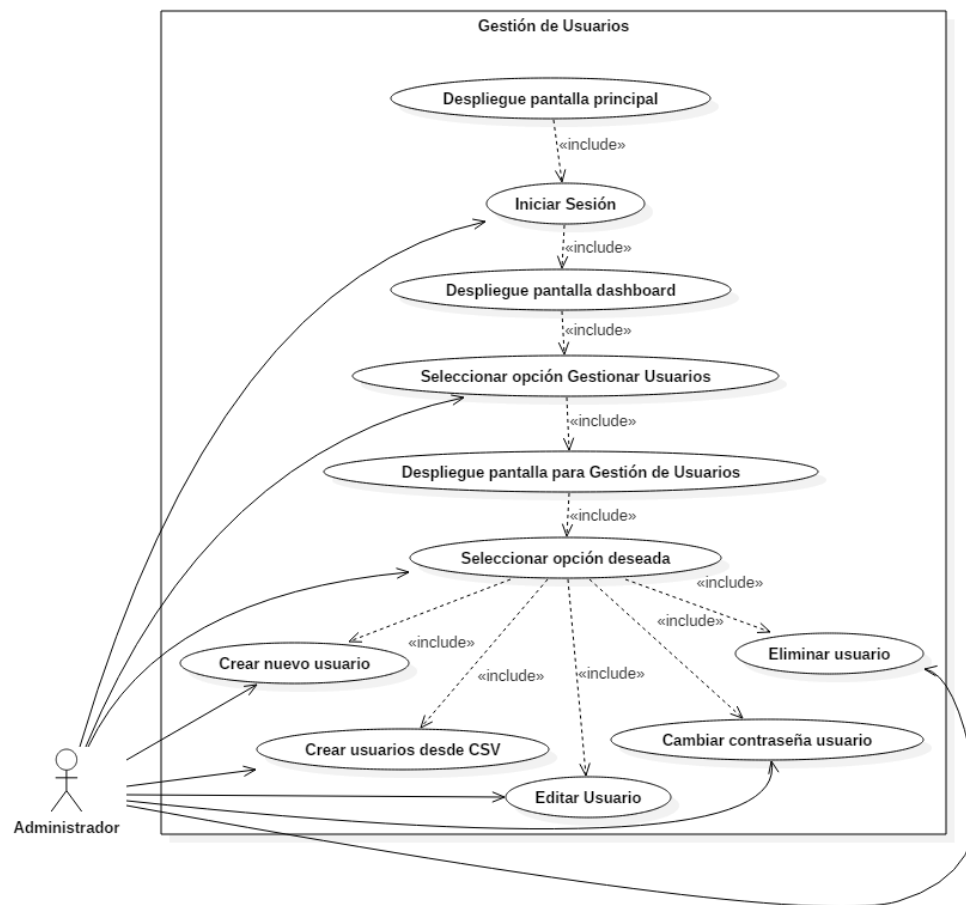
Tabla 62. Descripción caso de uso: CU-004 Gestión de usuarios CW-TEAMS

CU-004	Gestión de Usuarios
Actores del Sistema	Administrador
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar los usuarios del sistema.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. Conexión correcta a la base de datos del sistema.
Postcondiciones	La acción seleccionada se ejecutara.
Flujo Básico	<p>Paso Acción</p> <ol style="list-style-type: none"> El sistema despliega la pantalla principal. El usuario inicia sesión El sistema despliega el dashboard. El usuario selecciona la opción <i>Gestionar Usuarios</i> en el menú <i>Administración</i>. El sistema despliega la pantalla para gestión de usuarios. El usuario selecciona la opción deseada. El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario.
Flujo Alternativo	<p>Paso Acción</p>

- 6a. El usuario podrá seleccionar la opción *Nuevo Usuario* para crear un nuevo usuario del sistema.
- 6b. El usuario podrá seleccionar la opción *Subir Usuarios desde CSV* para crear múltiples usuarios desde un archivo csv.
- 6c. El usuario podrá seleccionar la opción *Editar* para modificar la información de un usuario en específico.
- 6d. El usuario podrá seleccionar la opción *Cambiar Contraseña* para modificar la contraseña de un usuario en específico.
- 6e. El usuario podrá seleccionar la opción *Eliminar* para eliminar un usuario en específico.

Fuente: Creación propia

Figura 28. Diagrama caso de uso: CU-004 Gestión de usuarios CW-TEAMS



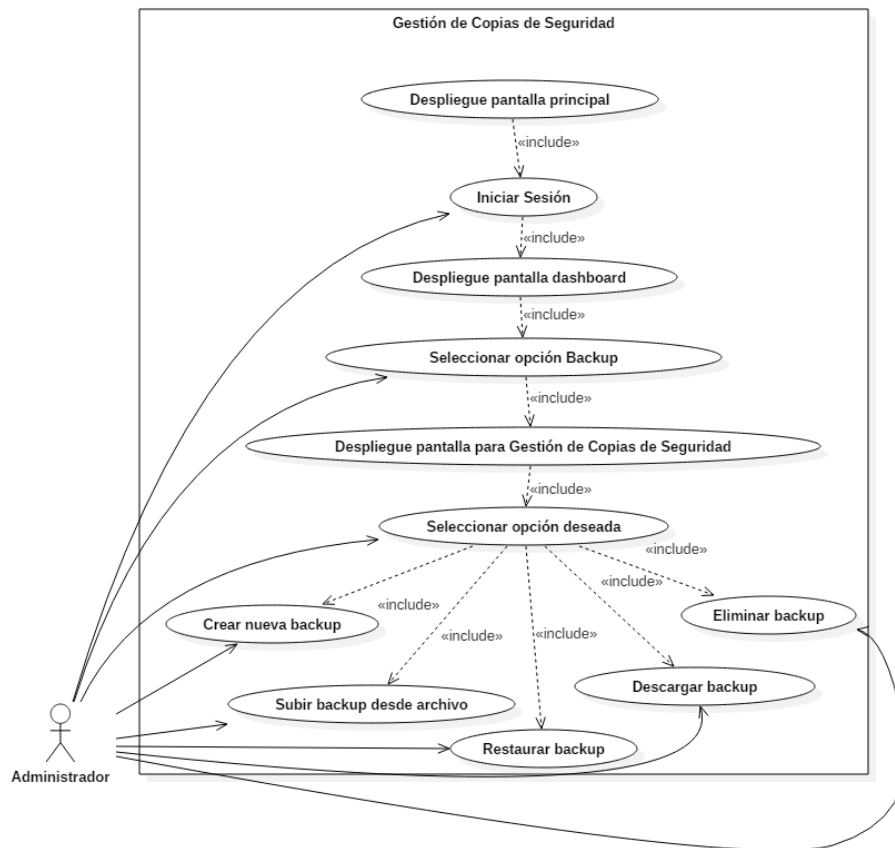
Fuente: Creación propia

Tabla 63. Descripción caso de uso: CU-005 Gestión de copias de seguridad CW-TEAMS

CU-005		Gestión de Copias de Seguridad	
Actores del Sistema	Administrador		
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar los usuarios del sistema.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. • Conexión correcta a la base de datos del sistema. 		
Postcondiciones	La acción seleccionada se ejecutara.		
Flujo Básico	Paso	Acción	
	1.	El sistema despliega la pantalla principal.	
	2.	El usuario inicia sesión	
	3.	El sistema despliega el dashboard.	
	4.	El usuario selecciona la opción <i>Backup</i> .	
	5.	El sistema despliega la pantalla para gestión de copias de seguridad.	
	6.	El usuario selecciona la opción deseada.	
	7.	El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario.	
Flujo Alternativo	Paso	Acción	
	6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Nueva Copia de Seguridad</i> para crear una nueva copia de seguridad.	
	6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Subir Copia de Seguridad</i> para restaurar una copia de seguridad desde un archivo.	
	6c.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Restaurar</i> para restaurar una copia de seguridad específica.	
	6d.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Descargar</i> para guardar una copia de seguridad localmente.	
	6e.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Eliminar</i> para eliminar una copia de seguridad en específico.	

Fuente: Creación propia

Figura 29. Diagrama caso de uso: CU-005 Gestión de copias de seguridad CW-TEAMS



Fuente: Creación propia

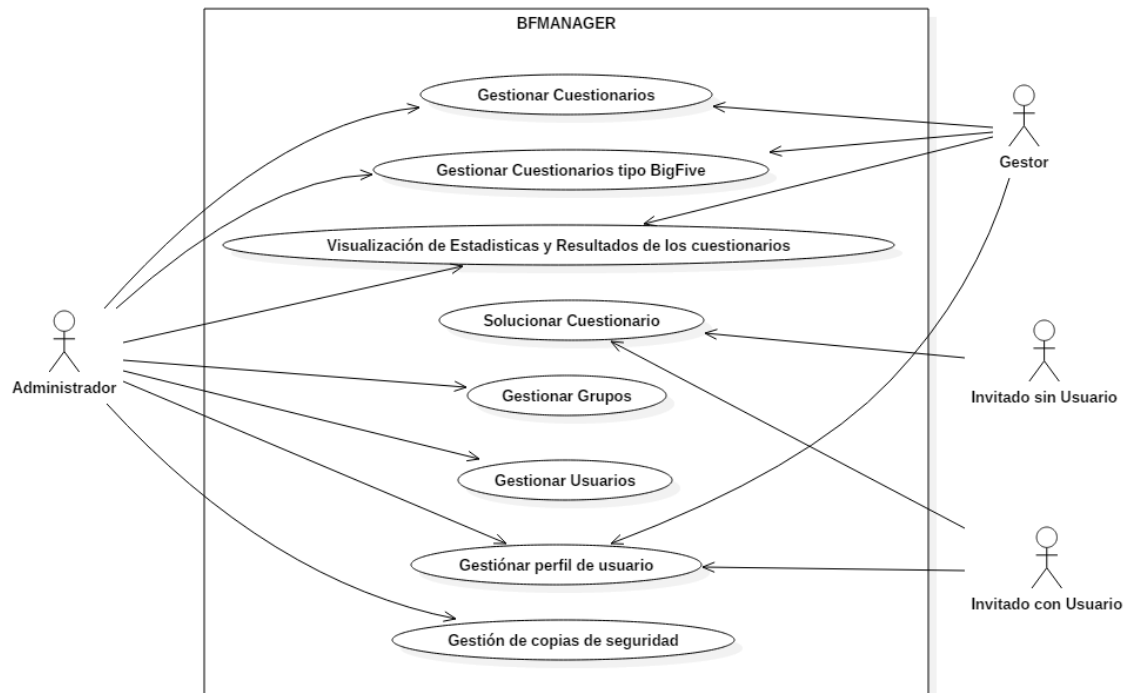
BF-MANAGER: Para el aplicativo BF-Manager se reutilizan algunas características de CW-Teams, contando así con casos de uso muy similares.

Definición de Usuarios

- **Administrador:** Usuario administrador del sistema, quien tiene privilegios para realizar cualquier acción dentro del sistema.
- **Gestor:** Usuario que gestiona los cuestionarios asignados a este usuario por un administrador, quien puede asignar grupos a los cuestionarios, visualizar respuestas y estadísticas.
- **Invitado con Usuario:** Usuario que responde los cuestionarios según las restricciones dadas por el administrador, sus respuestas serán guardadas en la base de datos.

- **Invitado sin Usuario:** Es un usuario que desde la página de inicio puede responder los cuestionarios que sean libres sin iniciar sesión y conociendo los resultados arrojados por el cuestionario, pero estos no se guardaran en la base de datos.

Figura 30. Diagrama Caso de uso General BF-MANAGER



Fuente: Creación propia

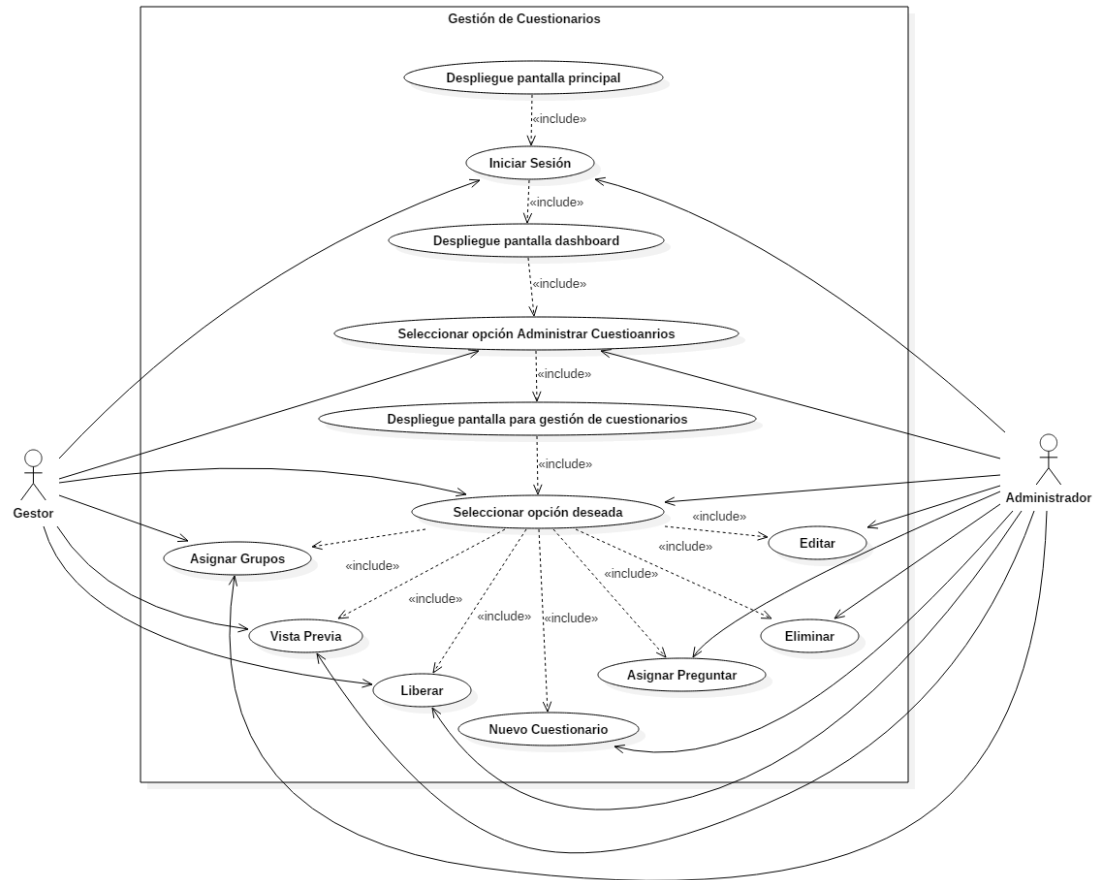
Tabla 64. Descripción caso de uso: CU-001 Gestión de cuestionarios BF-MANAGER

CU-001		Gestión de Cuestionarios	
Actores del Sistema	Administrador, Gestor		
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar cuestionarios.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. • Conexión correcta a la base de datos del sistema. 		
Postcondiciones	La acción seleccionada se ha ejecutado.		
Flujo Básico	Paso	Acción	
	1.	El sistema despliega la pantalla principal.	
	2.	El usuario inicia sesión.	
	3.	El sistema despliega el dashboard.	

	<p>4. El usuario selecciona la opción <i>Administrar</i> en el menú <i>Cuestionarios</i>.</p> <p>5. El sistema despliega la pantalla para gestión de cuestionarios.</p> <p>6. El usuario selecciona la opción deseada.</p> <p>7. El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario.</p>
Flujo Alternativo	<p>Paso Acción</p> <p>6a. El usuario podrá seleccionar la opción <i>Asignar Grupos</i> donde podrá asignarle uno o varios grupos de usuarios a un cuestionario.</p> <p>6b. El usuario podrá seleccionar la opción <i>Vista Previa</i> donde podrá tener acceso a una vista previa del cuestionario seleccionado.</p> <p>6c. El usuario podrá seleccionar la opción <i>Liberar</i> para mostrar el cuestionario a cualquier usuario que ingrese al aplicativo sin necesidad de iniciar sesión.</p> <p>6d. Si el usuario es Administrador podrá seleccionar la opción <i>Nuevo Cuestionario</i> para crear un cuestionario desde cero.</p> <p>6e. Si el usuario es Administrador podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> para modificar la información básica del cuestionario.</p> <p>6f. Si el usuario es Administrador podrá seleccionar la opción <i>Eliminar</i> para remover el cuestionario seleccionado.</p> <p>6e. Si el usuario es Administrador podrá seleccionar la opción <i>Preguntas</i> donde podrá asignar diferentes tipos de preguntas al cuestionario seleccionado.</p>

Fuente: Creación propia

Figura 31. Diagrama caso de uso: CU-001 Gestión de cuestionarios BF-MANAGER



Fuente: Creación propia

Tabla 65. Descripción caso de uso: CU-002 Gestión de cuestionarios tipo BigFive BF-MANAGER

CU-002	Gestión de Cuestionarios tipo BigFive						
Actores del Sistema	Administrador, Gestor						
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar cuestionarios de tipo BigFive.						
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. • Conexión correcta a la base de datos del sistema. 						
Postcondiciones	La acción seleccionada se ha ejecutado.						
Flujo Básico	<table border="0"> <tr> <td>Paso</td> <td>Acción</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema despliega la pantalla principal.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El usuario inicia sesión.</td> </tr> </table>	Paso	Acción	1.	El sistema despliega la pantalla principal.	2.	El usuario inicia sesión.
Paso	Acción						
1.	El sistema despliega la pantalla principal.						
2.	El usuario inicia sesión.						

	<ol style="list-style-type: none"> 3. El sistema despliega el dashboard. 4. El usuario selecciona la opción <i>Big Five</i> en el menú <i>Cuestionarios</i>. 5. El sistema despliega la pantalla para gestión de cuestionarios de tipo BigFive. 6. El usuario selecciona la opción deseada. 7. El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario. 								
Flujo Alternativo	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6a.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Normalización</i> para configurar la normalización al cuestionario seleccionado.</td> </tr> <tr> <td>6b.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Dimensiones</i> donde podrá tener agregar dimensiones y sus correspondientes preguntas para el cuestionario seleccionado.</td> </tr> <tr> <td>6c.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Vista Previa</i> para mostrar una vista previa del cuestionario seleccionado.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Normalización</i> para configurar la normalización al cuestionario seleccionado.	6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Dimensiones</i> donde podrá tener agregar dimensiones y sus correspondientes preguntas para el cuestionario seleccionado.	6c.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Vista Previa</i> para mostrar una vista previa del cuestionario seleccionado.
Paso	Acción								
6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Normalización</i> para configurar la normalización al cuestionario seleccionado.								
6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Dimensiones</i> donde podrá tener agregar dimensiones y sus correspondientes preguntas para el cuestionario seleccionado.								
6c.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Vista Previa</i> para mostrar una vista previa del cuestionario seleccionado.								

Fuente: Creación propia

Figura 32. Diagrama caso de uso: CU-002 Gestión de cuestionarios tipo BigFive BF-MANAGER



Fuente: Creación propia

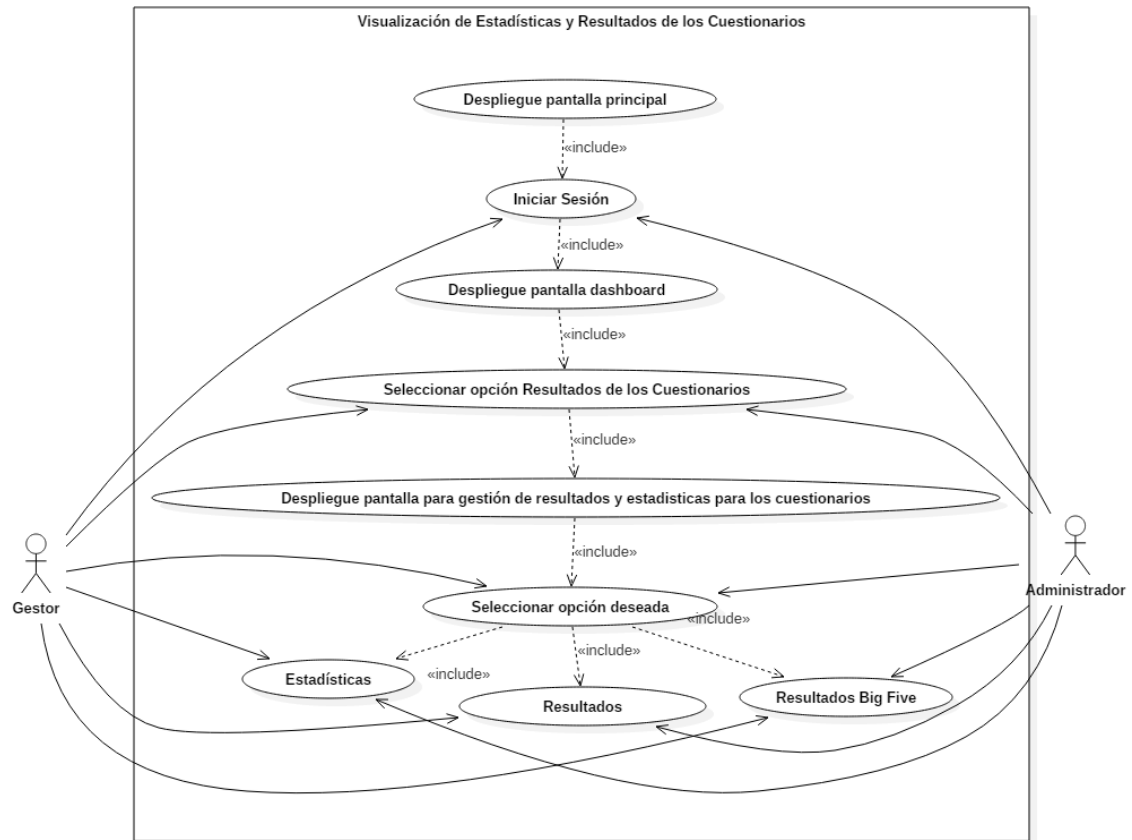
Tabla 66. Descripción caso de uso: CU-003 Visualización de Estadísticas y Resultados de los cuestionarios BF-MANAGER

CU-003	Visualización de Estadísticas y Resultados de los cuestionarios
Actores del Sistema	Administrador, Gestor
Descripción	La aplicación debe permitir visualizar estadísticas y resultados para cada cuestionario.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. Conexión correcta a la base de datos del sistema.
Postcondiciones	La acción seleccionada se ha ejecutado.
Flujo Básico	<p>Paso Acción</p> <ol style="list-style-type: none"> El sistema despliega la pantalla principal. El usuario inicia sesión.

	<ol style="list-style-type: none"> 3. El sistema despliega el dashboard. 4. El usuario selecciona la opción <i>Resultados</i> en el menú <i>Cuestionarios</i>. 5. El sistema despliega la pantalla de opciones para visualización de resultados. 6. El usuario selecciona la opción deseada. 7. El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario. 								
Flujo Alternativo	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6a.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Estadísticas</i> para visualizar las estadísticas de cada pregunta del cuestionario seleccionado.</td> </tr> <tr> <td>6b.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Resultados</i> para visualizar las respuestas de cada pregunta del cuestionario seleccionado.</td> </tr> <tr> <td>6c.</td> <td>Si el cuestionario es de tipo BigFive el usuario podrá seleccionar la opción <i>Resultados Big Five</i> para visualizar las respuestas de cada pregunta del cuestionario seleccionado.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Estadísticas</i> para visualizar las estadísticas de cada pregunta del cuestionario seleccionado.	6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Resultados</i> para visualizar las respuestas de cada pregunta del cuestionario seleccionado.	6c.	Si el cuestionario es de tipo BigFive el usuario podrá seleccionar la opción <i>Resultados Big Five</i> para visualizar las respuestas de cada pregunta del cuestionario seleccionado.
Paso	Acción								
6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Estadísticas</i> para visualizar las estadísticas de cada pregunta del cuestionario seleccionado.								
6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Resultados</i> para visualizar las respuestas de cada pregunta del cuestionario seleccionado.								
6c.	Si el cuestionario es de tipo BigFive el usuario podrá seleccionar la opción <i>Resultados Big Five</i> para visualizar las respuestas de cada pregunta del cuestionario seleccionado.								

Fuente: Creación propia

Figura 33. Diagrama caso de uso: CU-003 Visualización de Estadísticas y Resultados de los cuestionarios BF-MANAGER



Fuente: Creación propia

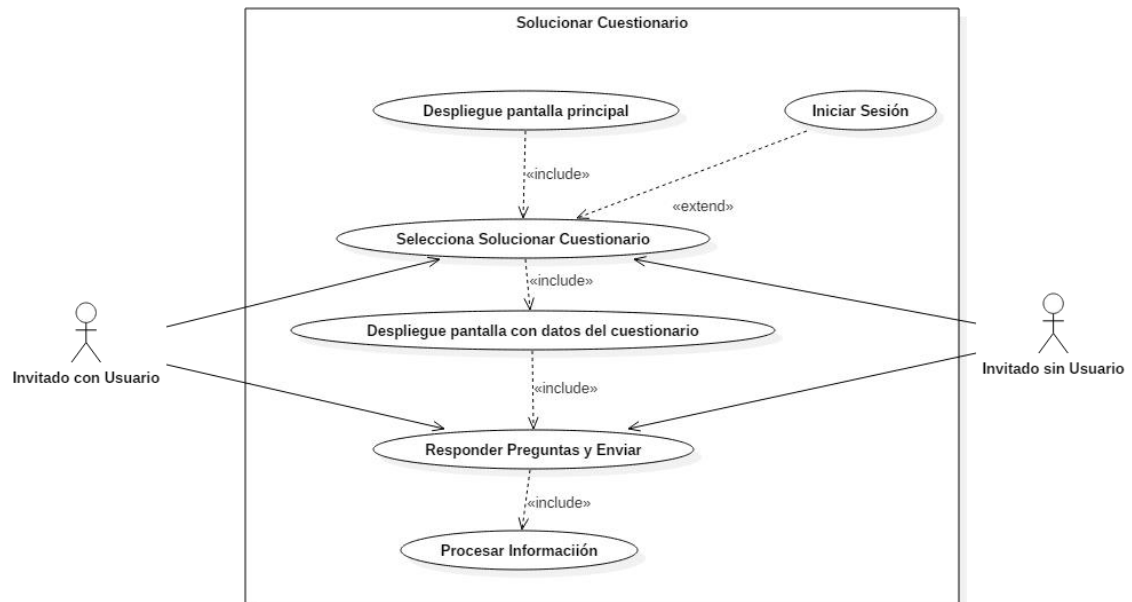
Tabla 67. Descripción caso de uso: CU-004 Solucionar cuestionario BF-MANAGER

CU-004	Solucionar Cuestionario						
Actores del Sistema	Invitado con Usuario, Invitado sin Usuario						
Descripción	La aplicación debe permitir solucionar los cuestionarios creados.						
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. Conexión correcta a la base de datos del sistema. 						
Postcondiciones	La información suministrada en el cuestionario es procesada y la aplicación arroja un resultado o guarda la información según sea el caso.						
Flujo Básico	<table border="0"> <tr> <td>Paso</td> <td>Acción</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema despliega la pantalla principal.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El usuario selecciona la opción <i>Solucionar</i> para el</td> </tr> </table>	Paso	Acción	1.	El sistema despliega la pantalla principal.	2.	El usuario selecciona la opción <i>Solucionar</i> para el
Paso	Acción						
1.	El sistema despliega la pantalla principal.						
2.	El usuario selecciona la opción <i>Solucionar</i> para el						

	<p>cuestionario que desee responder.</p> <p>3. El sistema despliega la pantalla con los datos del cuestionario seleccionado.</p> <p>4. El usuario responde a las preguntas y envía el cuestionario para ser procesado.</p> <p>5. El sistema procesa la información suministrada por quien soluciono el cuestionario y muestra los resultados.</p>
Flujo Alternativo	<p>Paso Acción</p> <p>2a. Si es un usuario con cuenta puede iniciar sesión.</p> <p>5a. Si el usuario ha iniciado sesión los datos se guardaran.</p> <p>5b. Si el cuestionario es de tipo BigFive la aplicación mostrara el resultado al usuario.</p>

Fuente: Creación propia

Figura 34. Diagrama caso de uso: CU-004 Solucionar cuestionario BF-MANAGER



Fuente: Creación propia

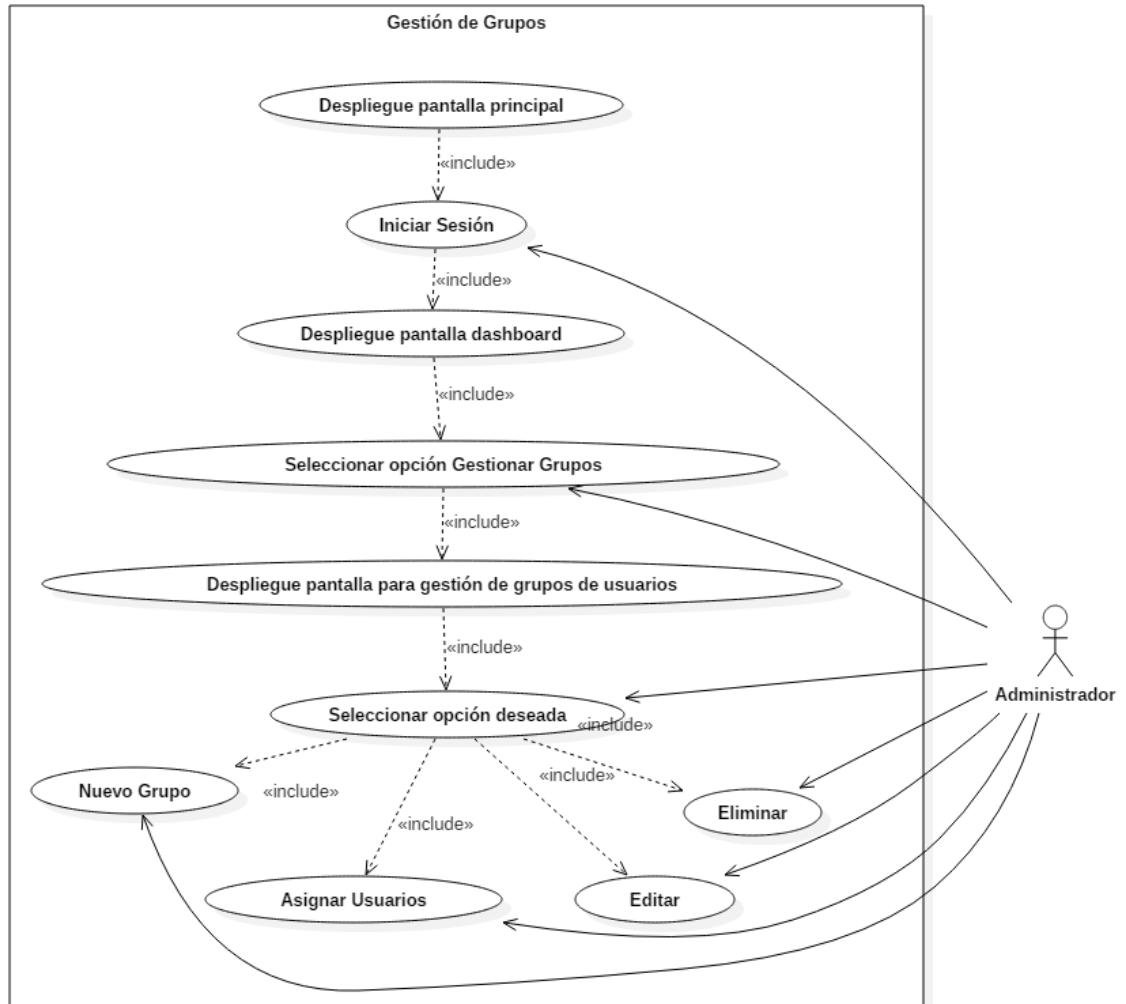
Tabla 68. Descripción caso de uso: CU-005 Gestión de grupos BF-MANAGER

CU-005	Gestión de Grupos
Actores del Sistema	Administrador
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar los usuarios del sistema.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor

	<p>web.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conexión correcta a la base de datos del sistema. 																
Postcondiciones	La acción seleccionada se ejecutara.																
Flujo Básico	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema despliega la pantalla principal.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El usuario inicia sesión</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>El sistema despliega el dashboard.</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>El usuario selecciona la opción <i>Gestionar Grupos</i> en el menú <i>Administración</i>.</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>El sistema despliega la pantalla para gestión de grupos.</td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>El usuario selecciona la opción deseada.</td> </tr> <tr> <td>7.</td> <td>El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1.	El sistema despliega la pantalla principal.	2.	El usuario inicia sesión	3.	El sistema despliega el dashboard.	4.	El usuario selecciona la opción <i>Gestionar Grupos</i> en el menú <i>Administración</i> .	5.	El sistema despliega la pantalla para gestión de grupos.	6.	El usuario selecciona la opción deseada.	7.	El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario.
Paso	Acción																
1.	El sistema despliega la pantalla principal.																
2.	El usuario inicia sesión																
3.	El sistema despliega el dashboard.																
4.	El usuario selecciona la opción <i>Gestionar Grupos</i> en el menú <i>Administración</i> .																
5.	El sistema despliega la pantalla para gestión de grupos.																
6.	El usuario selecciona la opción deseada.																
7.	El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario.																
Flujo Alternativo	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6a.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Nuevo Grupo</i> para crear un nuevo grupo de usuarios.</td> </tr> <tr> <td>6b.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Asignar Usuarios</i> para gestionar los usuarios que pertenecen al grupo.</td> </tr> <tr> <td>6c.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> para modificar la información de un grupo en específico.</td> </tr> <tr> <td>6d.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Eliminar</i> para eliminar un grupo en específico.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Nuevo Grupo</i> para crear un nuevo grupo de usuarios.	6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Asignar Usuarios</i> para gestionar los usuarios que pertenecen al grupo.	6c.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> para modificar la información de un grupo en específico.	6d.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Eliminar</i> para eliminar un grupo en específico.						
Paso	Acción																
6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Nuevo Grupo</i> para crear un nuevo grupo de usuarios.																
6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Asignar Usuarios</i> para gestionar los usuarios que pertenecen al grupo.																
6c.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> para modificar la información de un grupo en específico.																
6d.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Eliminar</i> para eliminar un grupo en específico.																

Fuente: Creación propia

Figura 35. Diagrama caso de uso: CU-005 Gestión de grupos BF-MANAGER



Fuente: Creación propia

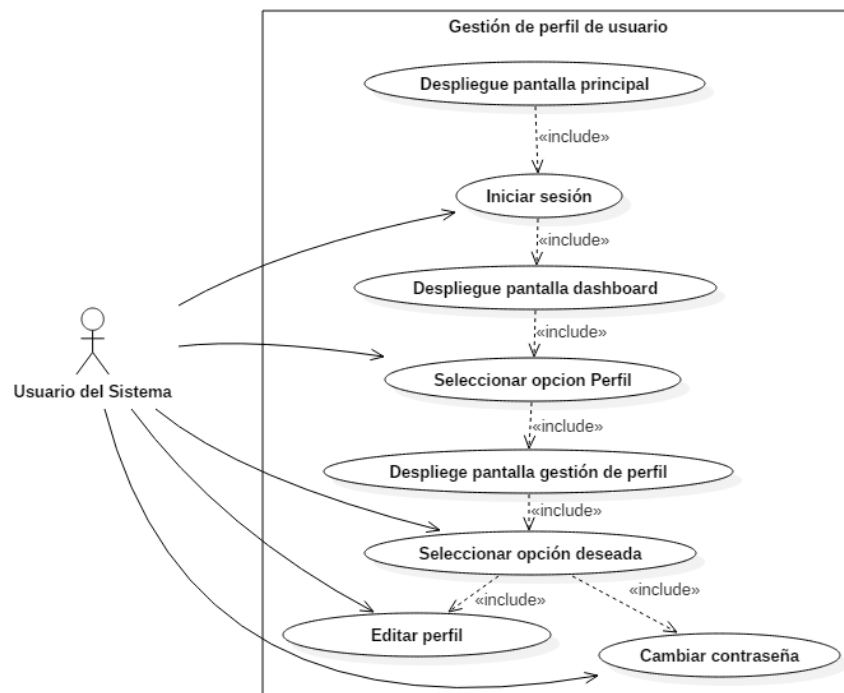
Tabla 69. Descripción caso de uso: CU-006 Gestión de perfil de usuario BF-MANAGER

CU-006		Gestión de perfil de usuario	
Actores del Sistema	Administrador, Gestor		
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar el perfil de usuario.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. Conexión correcta a la base de datos del sistema. 		
Postcondiciones	La acción seleccionada se ejecutara.		
Flujo Básico	Paso	Acción	

	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema despliega la pantalla principal. 2. El usuario inicia sesión 3. El sistema despliega el dashboard. 4. El usuario selecciona la opción <i>Perfil</i> ubicada en la parte superior. 5. El sistema despliega la pantalla para gestión de perfil. 6. El usuario selecciona la opción deseada 7. El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario. 						
Flujo Alternativo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6a.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> donde podrá editar la información básica de su perfil.</td> </tr> <tr> <td>6b.</td> <td>El usuario podrá seleccionar la opción <i>Cambiar Contraseña</i> donde podrá modificar su contraseña de usuario.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> donde podrá editar la información básica de su perfil.	6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Cambiar Contraseña</i> donde podrá modificar su contraseña de usuario.
Paso	Acción						
6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> donde podrá editar la información básica de su perfil.						
6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Cambiar Contraseña</i> donde podrá modificar su contraseña de usuario.						

Fuente: Creación propia

Figura 36. Diagrama caso de uso: CU-006 Gestión de perfil de usuario BF-MANAGER



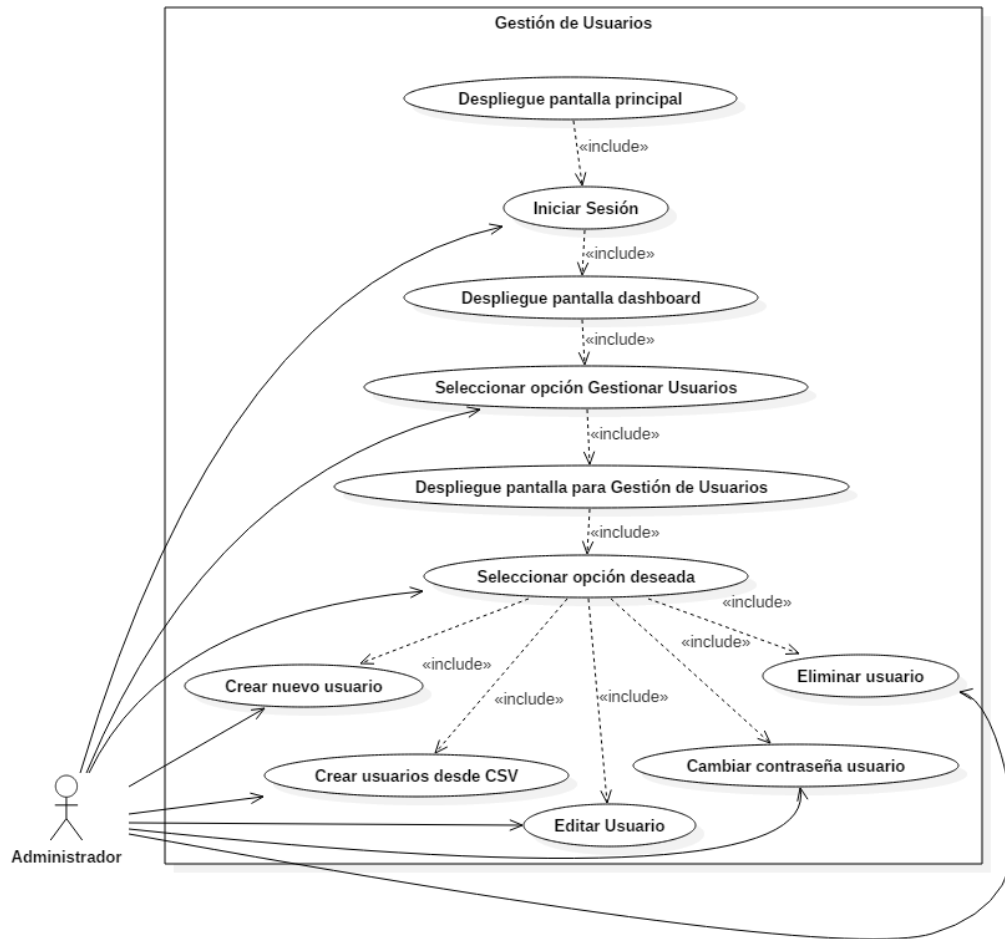
Fuente: Creación propia

Tabla 70. Descripción caso de uso: CU-007 Gestión de usuarios BF-MANAGER

CU-007		Gestión de Usuarios	
Actores del Sistema	Administrador		
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar los usuarios del sistema.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. • Conexión correcta a la base de datos del sistema. 		
Postcondiciones	La acción seleccionada se ejecutara.		
Flujo Básico	Paso	Acción	
	1.	El sistema despliega la pantalla principal.	
	2.	El usuario inicia sesión	
	3.	El sistema despliega el dashboard.	
	4.	El usuario selecciona la opción <i>Gestionar Usuarios</i> en el menú <i>Administración</i> .	
	5.	El sistema despliega la pantalla para gestión de usuarios.	
	6.	El usuario selecciona la opción deseada.	
	7.	El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario.	
Flujo Alternativo	Paso	Acción	
	6a.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Nuevo Usuario</i> para crear un nuevo usuario del sistema.	
	6b.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Subir Usuarios desde CSV</i> para crear múltiples usuarios desde un archivo csv.	
	6c.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Editar</i> para modificar la información de un usuario en específico.	
	6d.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Cambiar Contraseña</i> para modificar la contraseña de un usuario en específico.	
	6e.	El usuario podrá seleccionar la opción <i>Eliminar</i> para eliminar un usuario en específico.	

Fuente: Creación propia

Figura 37. Diagrama caso de uso: CU-007 Gestión de usuarios BF-MANAGER



Fuente: Creación propia

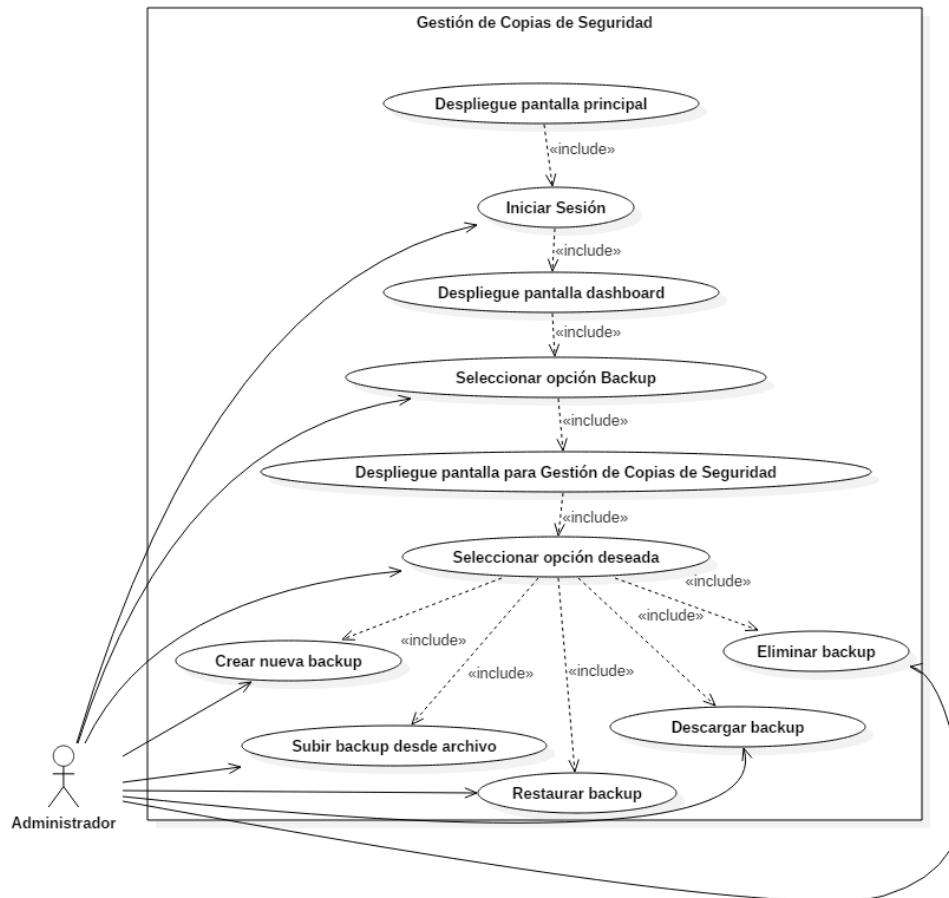
Tabla 71. Descripción caso de uso: CU-008 Gestión de copias de seguridad BF-MANAGER

CU-008 <i>Gestión de Copias de Seguridad</i>							
Actores del Sistema	Administrador						
Descripción	La aplicación debe permitir gestionar los usuarios del sistema.						
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe estar alojado y ejecutándose en un servidor web. Conexión correcta a la base de datos del sistema. 						
Postcondiciones	La acción seleccionada se ejecutara.						
Flujo Básico	<table border="0"> <tr> <td>Paso</td> <td>Acción</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema despliega la pantalla principal.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El usuario inicia sesión</td> </tr> </table>	Paso	Acción	1.	El sistema despliega la pantalla principal.	2.	El usuario inicia sesión
Paso	Acción						
1.	El sistema despliega la pantalla principal.						
2.	El usuario inicia sesión						

	<p>3. El sistema despliega el dashboard.</p> <p>4. El usuario selecciona la opción <i>Backup</i>.</p> <p>5. El sistema despliega la pantalla para gestión de copias de seguridad.</p> <p>6. El usuario selecciona la opción deseada.</p> <p>7. El sistema ejecuta la acción seleccionada por el usuario.</p>
Flujo Alternativo	<p>Paso Acción</p> <p>6a. El usuario podrá seleccionar la opción <i>Nueva Copia de Seguridad</i> para crear una nueva copia de seguridad.</p> <p>6b. El usuario podrá seleccionar la opción <i>Subir Copia de Seguridad</i> para restaurar una copia de seguridad desde un archivo.</p> <p>6c. El usuario podrá seleccionar la opción <i>Restaurar</i> para restaurar una copia de seguridad específica.</p> <p>6d. El usuario podrá seleccionar la opción <i>Descargar</i> para guardar una copia de seguridad localmente.</p> <p>6e. El usuario podrá seleccionar la opción <i>Eliminar</i> para eliminar una copia de seguridad en específico.</p>

Fuente: Creación propia

Figura 38. Diagrama caso de uso: CU-008 Gestión de copias de seguridad BF-MANAGER



Fuente: Creación propia

Pruebas y Validación

Pruebas Unitarias

Paquetes de pruebas: Los paquetes de pruebas se distribuyen así:

```

src/test/java
├── com.cwteams.test
│   └── AllTests.java
├── com.cwteams.test.integration
├── com.cwteams.test.ui
└── com.cwteams.test.unit
    
```

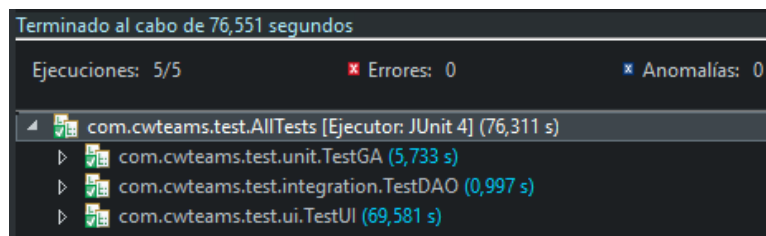
```

src/test/java
├── com.bfmanager.test
│   └── AllTests.java
├── com.bfmanager.test.integration
├── com.bfmanager.test.ui
└── com.bfmanager.test.unit
    
```


Donde el paquete *unit*, *integration* e *ui* contienen las clases con los test para pruebas unitarias, pruebas de integración y pruebas de interfaz gráfica respectivamente. La clase *AllTest.java* es una suite de pruebas que ejecuta todos los test contenidos en los paquetes nombrados anteriormente.

Ejecución de Test para CW-Teams:

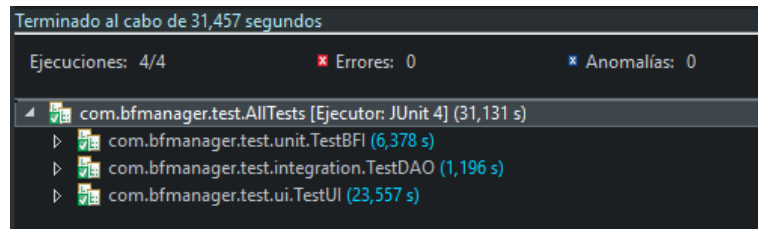
Figura 39. Test para CW-TEAMS



Fuente: Suite de pruebas de la clase AllTest.java

Ejecución de Test para BF-Manager:

Figura 40. Test para BF-MANAGER



Fuente: Suite de pruebas de la clase AllTest.java

Validación del funcionamiento

A continuación se describen las pruebas ejecutadas que permitieron evaluar aspectos del funcionamiento de las aplicaciones CW-Teams y BF-Manager en diferentes casos de prueba.

Casos de prueba definidos

Los casos de prueba definidos para probar el funcionamiento de las aplicaciones son los siguientes:

- Simulaciones de conformación de grupos de trabajo colaborativo.
- Creación y aplicación de prueba Spanish BFI.

Ejecución de pruebas

Simulaciones de conformación de grupos de trabajo colaborativo: El objetivo de esta prueba fue verificar los resultados arrojados por el algoritmo genético en la creación de grupos de trabajo conociendo los resultados que se deberían obtener. Se crearon 6 miembros ficticios con 5 características cada uno y esperando 2 miembros por grupo, se calculó de forma manual los resultados esperados, estos datos fueron cargados en la aplicación CW-Teams con la configuración por defecto para así obtener los grupos arrojados por el algoritmo genético. Por lo tanto, los datos y resultados pueden observarse a continuación:

Tabla 72. Datos de los miembros de prueba CW-TEAMS

	Característica 1	Característica 2	Característica 3	Característica 4	Característica 5
MIEMBRO 1	0,3125	0,5833	0,6389	0,375	0,675
MIEMBRO 2	0,5312	0,6944	0,5278	0,3125	0,925
MIEMBRO 3	0,5312	0,6389	0,4167	0,375	0,725
MIEMBRO 4	0,4688	0,5556	0,6389	0,5	0,8
MIEMBRO 5	0,75	0,6111	0,2778	0,375	0,75
MIEMBRO 6	0,875	0,6389	0,6111	0,4375	0,95

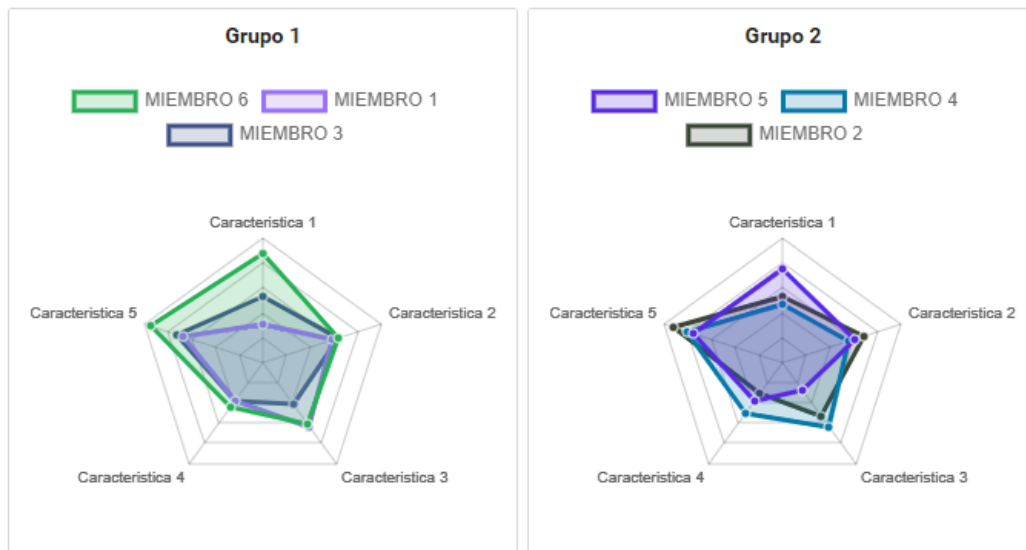
Fuente: Creación propia

Tabla 73. Resultados Esperados de prueba CW-TEAMS

Grupo	Grupo 1	Grupo 2
Miembros	Miembro 1	Miembro 2
	Miembro 3	Miembro 4
	Miembro 6	Miembro 5
Promedio Características	0,586	0,581
Promedio General	0,583	

Fuente: Creación propia

Figura 41. Resultados esperados de prueba CW-TEAMS



Fuente: Aplicación CW-TEAMS

Se evidencia que los datos arrojados son los mismos a los esperados, comprobando así una correcta funcionalidad de la aplicación CW-Teams.

Creación y aplicación de prueba Spanish BFI: El objetivo de esta prueba fue verificar el funcionamiento de la aplicación BF-Manager por medio de la creación y ejecución del test denominado Spanish BFI, el cual es un test desarrollado por parte de una investigación por la Doctora Verónica Benet Martínez de la Universidad Pompeu Fabra, Barcelona, España, este test mide lo que muchos psicólogos consideran ser las cinco dimensiones fundamentales de personalidad,

del cual se ha obtenido la autorización necesario de su autora para utilizarlo con fines investigativos (Para visualizar la autorización Ver Anexo 7) , para el cuestionario se dieron respuestas fijas que ya han sido analizadas en el cuestionario de forma manual y con sus respectivos instructivos.

Tabla 74. Datos Ingresados de prueba BF-MANAGER

No.	Pregunta	Respuesta	No.	Pregunta	Respuesta
1	Es buen hablador	3	23	Es creativo	4
2	Tiende a ser criticón	1	24	Es generalmente confiado	3
3	Es minucioso en el trabajo	5	25	Tiende a ser flojo, vago	2
4	Es depresivo, melancólico	1	26	Se preocupa mucho por las cosas	4
5	Es original, se le ocurren ideas nuevas	4	27	Es a veces tímido, inhibido	4
6	Es reservado	4	28	Es indulgente, no le cuesta perdonar	3
7	Es generoso y ayuda a los demás	4	29	Hace las cosas de manera eficiente	4
8	Puede a veces ser algo descuidado	4	30	Es temperamental, de humor cambiante	2
9	Es calmado, controla bien el estrés	3	31	Es ingenioso, analítico	5
10	Tiene intereses muy diversos	4	32	Irradia entusiasmo	4
11	Está lleno de energía	5	33	Es a veces frío y distante	3
12	Prefiere trabajos que son rutinarios	3	34	Hace planes y los sigue cuidadosamente	4
13	Inicia disputas con los demás	2	35	Mantiene la calma en situaciones difíciles	4
14	Es un trabajador cumplidor, digno de confianza	5	36	Le gusta reflexionar, jugar con las ideas	4

15	Con frecuencia se pone tenso	3	37	Es considerado y amable con casi todo el mundo	4
16	Tiende a ser callado	3	38	Se pone nervioso con facilidad	3
17	Valora lo artístico, lo estético	3	39	Es educado en arte, música, o literatura	4
18	Tiende a ser desorganizado	3	40	Es asertivo, no teme expresar lo que quiere	3
19	Es emocionalmente estable, difícil de alterar	4	41	Le gusta cooperar con los demás	4
20	Tiene una imaginación activa	4	42	Se distrae con facilidad	3
21	Persevera hasta terminar el trabajo	4	43	Es extrovertido, sociable	3
22	Es a veces maleducado con los demás	2	44	Tiene pocos intereses artísticos	3

Fuente: Creación propia

Los resultados esperados se calcularon según las formulas dadas en el instructivo del cuestionario, en donde:

- Cada una de las preguntas tiene un valor entre 1 y 5.
- Algunas preguntas toman su valor en reverso, es decir su valor su calcula restando su valor original a 6, estas preguntas son las siguientes: 2, 6, 8, 9, 12, 13, 16, 18, 19, 22, 25, 27, 33, 35, 42, 44.
- El valor final de cada dimensión es máximo 5 y mínimo 1.
- Fórmulas para calcular cada dimensión:

$$\text{Extraversión} = \frac{V43 + V1 + V40 + V32 + V11 + (6 - V6) + (6 - V27) + (6 - V16)}{8}$$

$$\text{Cordialidad} = \frac{V37 + V41 + V7 + V28 + V24 + (6 - V2) + (6 - V13) + (6 - V33) + (6 - V22)}{9}$$

$$\text{Responsabilidad} = \frac{V3 + V29 + V34 + V14 + V21 + (6 - V42) + (6 - V8) + (6 - V25) + (6 - V18)}{9}$$

$$\text{Estabilidad Emocional} = \frac{V26 + V15 + V38 + V30 + V4 + (6 - V35) + (6 - V19) + (6 - V9)}{8}$$

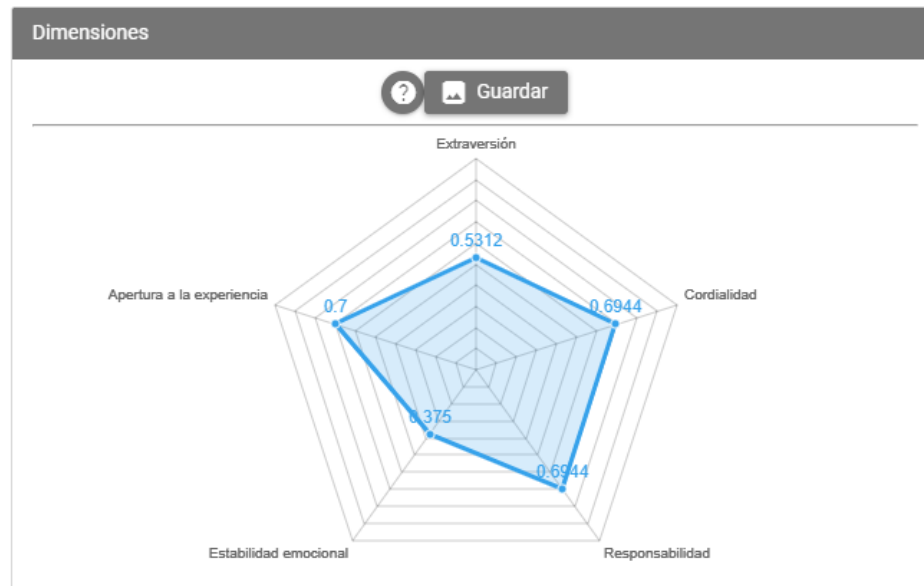
$$\text{Apertura a la Experiencia} = \frac{V5 + V23 + V20 + V36 + V17 + V31 + V10 + V39 + (6 - V44) + (6 - V12)}{10}$$

Tabla 75. Resultados Esperados (Aplicando normalización en base [0,1]) prueba BF-MANAGER

Dimensión	Resultado	Normalización
Extraversión	3,125	0,53125
Cordialidad	3,777777778	0,694444444
Responsabilidad	3,777777778	0,694444444
Estabilidad Emocional	2,5	0,375
Apertura a la Experiencia	3,8	0,7

Fuente: Creación propia

Figura 42. Resultados Obtenidos de prueba BF-MANAGER



Fuente: Aplicación BF-MANAGER

Como se puede apreciar los resultados arrojados por la herramienta son exactamente iguales a los esperados, comprobando así su correcta funcionalidad.

Validación de eficiencia

Para probar la eficiencia de la herramienta desarrollada y por consiguiente del algoritmo planteado, se realizaron algunas pruebas con datos reales, 3 de las cuales se presentan a continuación, estas fueron realizadas con datos de estudiantes de la Universidad de Nariño en tres diferentes asignaturas, cada estudiante realizó un test de personalidad denominado Big-Five por medio de la herramienta BF-Manager para así obtener las características necesarias para la conformación de grupos, para cada una de las asignaturas se procedió a crear el archivo necesario para cargar a la herramienta CW-Teams. Cabe resaltar que cada estudiante diligencio un formato de consentimiento informado antes de realizar la prueba, donde aceptan brindar sus datos con fines investigativo (Para ver el formato del consentimiento informado Ver Anexo 8).

Para cada prueba se utilizó una asignatura diferente, por lo que el total de estudiantes de cada asignatura difiere, con antelación se hicieron diferentes ejecuciones del algoritmo variando sus parámetros, una vez obtenidos resultados estables se tomaron para su asignación en las pruebas. Las pruebas fueron realizadas en un computador con un procesador Intel Core i5 de 2,2 GHz y 8 GB de RAM. Los datos, asignaciones y resultados se muestran a continuación:

Tabla 76. Datos, asignaciones y resultados de prueba BF-MANAGER

No. Prueba	Asignatura	Total de estudiantes	Numero deseado de estudiantes por grupo	Total de posibles combinaciones	Número de individuos iniciales	Número de generaciones	Media de aptitud deseada	Porcentaje de selección (%)	Probabilidad de Mutación de cada individuo (%)	Probabilidad de mutación para los genes de cada cromosoma (grupo) (%)	Tiempo de ejecución del algoritmo (segundos)	Media de aptitud obtenida por el mejor individuo
1	Software Grafico	24	3	2024	100	800	0,02	30	15	15	0,9704	0,0249
2	Métodos Numéricos	48	3	17296	80	900	0,01	20	10	10	1,1343	0,0432

3	Ingeniería de Software	22	4	7315	90	1000	0,03	40	20	20	0,6652	0,0041
---	------------------------	----	---	------	----	------	------	----	----	----	--------	--------

Fuente: Creación propia

Analizando los datos se infiere que el proceso es muy rápido y los valores de la media de aptitud son muy cercanos al deseado. Esto demuestra la efectividad y viabilidad de la herramienta desarrollada para crear grupos equitativos, la cual utiliza un método heurístico de búsqueda que no garantiza el valor óptimo pero sí un valor muy cercano a pesar de su baja demanda de recursos y tiempo de generación.

2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación realizada sobre la conformación de grupos de trabajo colaborativo con ayuda de algoritmos genéticos permitió obtener un estudio más profundo sobre esta área de investigación la cual ha sido poco experimentada dentro de la región. De igual forma se dio inicio a una investigación que puede ser integrada con otras áreas tales como la psicología, la pedagogía, entre otras.

Esta investigación permitió la construcción de dos aplicaciones como son:

- Construcción de BF-Manager, Software para la gestión de cuestionarios tipo Big Five.
- Construcción de CW-Teams, Software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo basado en algoritmos genéticos.

Cada una de estas aplicaciones se encuentra publicadas en GitHub, el cual es un sistema web para alojar el código fuente de proyectos de software (Para visualizar cada repositorio Ver Anexo 9). También se realizó la creación de un manual de usuario para cada aplicación (Para visualizar cada manual Ver Anexo 10). Asimismo estas aplicaciones se registraron en la dirección nacional de derechos de autor. (Para visualizar cada certificado Ver Anexo 11)

El presente trabajo fue presentado como ponencia en la XVIII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial (CAEPIA 2018), donde se tuvo interacción con investigadores en el área de inteligencia artificial quienes aportaron ideas importantes para el desarrollo de la investigación, evento que se realizó en la ciudad de Granada, España (Para visualizar el Artículo Ver Anexo 12). De igual forma, se presentó un poster sobre el trabajo realizado en el III Congreso Andino de Computación, Informática y Educación (CACIED 2017), evento que se realizó en la ciudad de Pasto, Colombia (Para visualizar el resumen Ver Anexo 13). Asimismo se realizó una presentación del proyecto en el Primer Encuentro de Jóvenes Investigadores GALERAS 2018 realizado en la ciudad de Pasto, Colombia.

Cabe resaltar que el proyecto fue presentado a la Convocatoria de Investigación Estudiantil y Concurso de Trabajos de Grado 2017 donde fue elegido para financiación por parte de la Vicerrectoría de Investigaciones, Postgrados y Relaciones Internacionales (VIPRI) de la Universidad de Nariño. (Para visualizar acuerdo de Aprobación Ver Anexo 14)

Discusión de Resultados

- **Pruebas de funcionamiento:** Fueron realizadas pruebas sobre el software BF-Manager en 3 asignaturas del programa de Ingeniería de Sistemas de la

Universidad de Nariño, los resultados arrojados fueron utilizados para conformar grupos con el software CW-Teams. Los resultados arrojados en cada una de las pruebas muestran la eficiencia y eficacia de las herramientas.

3. CONCLUSIONES

Considerando el problema principal, donde se desea obtener grupos homogéneos a partir de un conjunto de elementos con varios atributos, es difícil de resolver por métodos analíticos o de búsqueda exhaustiva, debido a la explosión combinatoria que puede llegar a presentarse dependiendo del número de elementos y de grupos; por lo tanto, se demuestra que una herramienta computacional es de vital importancia para la formación de estos grupos de manera rápida y eficiente.

Con los resultados que se obtuvieron gracias a las pruebas realizadas se comprobó la utilidad del método implementado en la herramienta web, ya que logra obtener grupos bastante homogéneos (considerando la medida de aptitud que se escoja), incluso cuando el número de combinaciones posibles es muy elevado, sin que esto implique un elevado tiempo de cómputo.

Por otra parte, a pesar de que la conformación de grupos juega un papel crítico al mejorar el éxito del trabajo colaborativo y por lo tanto aumentar el progreso de aprendizaje o de la realización de una labor, se observó que hay poca investigación que se ocupa de la conformación de grupos de una manera como la trabajada en la investigación.

Los métodos basados en computación para ayudar en el proceso de formación de grupo no se han explorado completamente, a pesar de la popularidad de las herramientas basadas en la web para apoyar el trabajo colaborativo, los desarrolladores se centran principalmente en la interacción de colaboración para hacer frente a las técnicas de intercambio de información y recursos entre los miembros.

La integración con una herramienta para gestionar cuestionarios fue de vital importancia para obtener datos reales que validen el funcionamiento de la herramienta para conformación de grupos. Esta herramienta también puede ser utilizada para la creación de cuestionarios de diferentes tipos.

4. RECOMENDACIONES

A continuación se plantean algunas recomendaciones a partir de desarrollo de la presente investigación:

- Ampliar la cantidad de tipos de preguntas que se pueden crear con BF-Manager.
- Definir convenio con áreas que utilicen gestores de cuestionarios pagos.
- Dar a conocer la aplicación CW-Teams para la conformación de grupos dentro de la Universidad de Nariño para que esta sea utilizada.
- Utilizar BF-Manager y CW-Teams como base para otros proyectos relacionados con la investigación.
- Comparar el resultado del algoritmo implementado se con otros algoritmos y métodos de optimización.
- Garantizar las funcionalidades de las aplicaciones web mediante un alojamiento en un servidor o servidores confiables y con alta estabilidad.

5. BIBLIOGRAFIA

CABERO, J. y MÁRQUEZ, D. (dirs): Colaborando-aprendiendo. La utilización del vídeo en la enseñanza de la geografía. 1997. Kronos, Sevilla. ISBN 84-89673-21-7.

CALDEIRO, Graciela Paula; VIZCARRA, Mónica del Carmen. El trabajo cooperativo en el aula [en línea], 2005. Disponible en Internet: <https://educacion.idoneos.com/dinamica_de_grupos/trabajo_cooperativo/>

CRAIG, Michelle; HORTON, Diane; PITT, François. Forming Reasonably Optimal Groups (FROG). Florida, EE. UU: University of Toronto.2010. p. 142.

PAPANIKOLAOU, Kyparisia A; CHRISTODOULOPOULOS, Christos. A Group Formation Tool for e-Learning Environments. University of Piraeus.2010.

NOURASHRAFEDDIN, Seyednaser; ARNOLD, Dirk; MILIOS, Evangelios. An Evolutionary Subspace Clustering Algorithm for High-Dimensional Data. Halifax, Nova Scotia: Dalhousie University. 2007.

ANI, Zhamri C. et al. International Journal on Computer Science and Engineering. A Method for Group Formation Using Genetic Algorithm. Vol. 02, No. 09. 2010.

HWANG, Gwo-Jen. et al. Educational Technology & Society. An Enhanced Genetic Approach to Composing Cooperative Learning Groups for Multiple Grouping Criteria. 2008. p. 150.

SUKSTRIENWONG, A. (s.f.). Genetic Algorithm for Forming Student Groups Based on Heterogeneous Grouping. THAILAND: Bangkok University.

GOGOULOU, Agoritsa. et al. Forming Homogeneous, Heterogeneous and Mixed Groups of Learners. Athens, Greece: University of Athens.

CRUZ, Wilmax. M; ISOTANI, Seiji. Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literature. Brazil: University of Sao Paulo. 2014

DELEON, Andrés. F; GÓMEZ, Sebastian y MORENO, Julian. Uso de test de aptitud y algoritmos genéticos para la conformación de grupos en ambientes colaborativos de aprendizaje. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2009. p.166.

MORENO, J., RIVERA, J. C., y CEBALLOS, Y. F. (s.f.). AGRUPAMIENTO HOMOGÉNEO DE ELEMENTOS CON MÚLTIPLES ATRIBUTOS MEDIANTE ALGORITMOS GENÉTICO (D. d. Matemáticas, Ed.). [En línea]. Universidad Eafit. Disponible en Internet: <<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25666/39193>>

LUCERO, María. Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. Revista Iberoamericana de Educación. 2003.

- CATALDI, Z. y CABERO, Julio. La evolución de los aprendizajes en los grupos de trabajo colaborativo usando tecnología informática, *Comunicación y Pedagogía*, 209. 2006. p 19-27
- BRAVO, Olga. Trabajo en colaboración mediado por las Tecnologías De Información Y Comunicación PROPUESTA METODOLÓGICA. Equipo Editorial Programa de Informática de la Federación Internacional de Fe y Alegría. Caracas. 2007. p. 25.
- FRAILE, Lobato C. Hacia una comprensión del aprendizaje cooperativo. *Revista de Psicodidáctica* No.4. España. 1997. ISSN: 1136-1034
- ROMAN, Pedro. El Trabajo Colaborativo en Redes. Análisis de una experiencia en la R.A.C.S. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, España. 2002.
- ABRAMI, Philip C. *Classroom Connections: A Guide to Cooperative Learning*. 1995.
- ARAUJO, Lourdes y CERVIGÓN, Carlos. *Algoritmos Evolutivos, un enfoque práctico*. México. Afaomega, RA-MA Grupo Editor. 2009.
- DARWIN, Charles. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. London: Murray. 1859. 502 p.
- HOLLAND, John H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann Arbor: University of Michigan Press. 1975. 232 p.
- ANDALUZ, Alfonso M. *Algoritmos Evolutivos y Algoritmos Genéticos*. Universidad Carlos III, Madrid. Disponible en: <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/estudios/aeag.pdf>
- GOLDBERG, D. E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Reading, MA: Addison-Wesley. 1989.
- LÓPEZ, J. *Optimización Multi-objetivo. Aplicaciones a problemas del mundo real*. La plata: Editorial de la Universidad de la Plata. 2014
- ALVARADO, C., HERAZO, I., ARDILA, C., & Donozo, Y. Aplicación de NSGA-II y SPEA-II para la optimización multiobjetivo de redes multicast. *Ingeniería & Desarrollo*, 33. 2005.
- PAVÓN, Pablo. Práctica 2. Algoritmos de búsqueda local (local search algorithms) y algoritmos avariciosos (greedy algorithms). *Planificación y Gestión de redes*. Universidad Politécnica de Cartagena. 2013. p.2
- GLOVER, F. Tabu search - Part I, *INFORMS Journal on Computing* 1. 1989. p. 191.
- GLOVER, F.; MELIAN, B. Búsqueda tabú, *Inteligencia Artificial*, *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* 7(19): p. 29–48. 2003.
- VIDAL, Aitana. *Algoritmos Heurísticos en Optimización*. Trabajo de maestría: Universidad de Santiago de Compostela. p. 38. 2013

- RUSPINI, Enrique H. Numerical methods for fuzzy clustering. *Information Sciences*, vol. 2, no. 3. 1970
- OTERO, Paola Andrea y GUERRERO, Fredy Mauricio. Clustering a partir de Fuzzy C-Means. Universidad de Cauca. p. 2. 2012
- ABAD, María Teresa. Algoritmos Voraces. Análisis y diseño de Algoritmos. Universidad Politécnica de Cataluña. 2008. p. 3.
- BRAVO, Olga. Trabajo en colaboración mediado por las Tecnologías De Información Y Comunicación PROPUESTA METODOLÓGICA. Equipo Editorial Programa de Informática de la Federación Internacional de Fe y Alegría. Caracas. 2007. p. 25.
- HERRERA, Alejandro. Software para la gestión y distribución de encuestas Opina Versión 2.8. Universidad Autónoma de Barcelona. p. 2.
- DIGMAN, JM. Personality Structure: Emergence of the Five-Factor Model. *Annual Review of Psychology*, 41, pp. 417–440. 1990.
- JOHN, O.P. The search for basic dimensions of personality. In P. McReynolds, J.C. Rosen y G.J. Chelune (Eds.), *Advances in psychological assessment: Volumen 7*. NewYork, Plenum Press. 1990.
- MARTÍNEZ DE IBARRETA ZORITA, Carlos, et al. Factores de personalidad (Big Five) y rendimiento académico en asignaturas cuantitativas de ADE. XIX Jornadas ASEPUMA – VII Encuentro Internacional, No. 19. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. 19 p.
- BURISCH, M. Approaches to personality inventory construction. *American Psychologist*, 39, p. 214-227. 1984.
- GUEVARA, Alexander. ¿Qué es Java y por qué aprenderlo? Disponible en: <https://devcode.la/blog/que-es-java/>
- ALVAREZ, Sandra, et al. Java Server Faces (JSF). Software de Comunicaciones 2008. Universidad Carlos III de Madrid, España.
- Hibernate. Disponible en: <http://hibernate.org/>
- Spring. Disponible en: <http://spring.io/projects/spring-framework>
- Spring Web MVC. Disponible en: <https://docs.spring.io/spring/docs/current/spring-framework-reference/web.html#web-integration>
- Guía de referencia de Spring Boot. Disponible en: <https://docs.spring.io/spring-boot/docs/currentSNAPSHOT/reference/htmlsingle/#boot-documentation>
- Maven. Disponible en: <https://maven.apache.org/>

Apache Tomcat. Disponible en: <http://tomcat.apache.org/>

MySQL. Disponible en: <https://www.mysql.com/>

AREVALO, Olga Esperanza. et al. IEEE-STD-830-1998: PRÁCTICA RECOMENDADA PARA LAS ESPECIFICACIONES DE REQUISITOS DEL SOFTWARE. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2008. p.3.

John, O. P. The "Big Five" factor taxonomy: Dimensions of personality in the natural language and in questionnaires. In L. Pervin (Ed.), Handbook of personality: Theory and research (pp. 66-100). 1991. New York: Guilford Press.

Benet-Martinez, V., & John, O. P. Los Cinco Grandes across cultures and ethnic groups: Multitrait multimethod analyses of the Big Five in Spanish and English. 1998. Journal of Personality and Social Psychology, 75, 729-750.

Pirámide de Cohn [En línea]. Disponible en Internet: <https://www.javiergarzas.com/2015/01/automatizacion-pruebas.html>

Cruz, Wilmax & Isotani, Seiji. Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literature. 2014. Lecture Notes in Computer Science.

C G Jung; R F C Hull; Helton Godwin Baynes. The collected works of C.G. Jung. Vol. 6, Psychological types. 1971. London: Routledge & Kegan Paul.

Byrne, D. (1971) The Attraction Paradigm. Academic Press, New York.

C. Homan, L. Greer, A. Jehn. Believing shapes seeing: The impact of diversity beliefs on the construal of group composition. 2010.

Humphrey SE, Hollenbeck JR, Meyer CJ, Ilgen DR. 2007. Trait configurations in self-managed teams: a conceptual examination of the use of seeding for maximizing and minimizing trait variance in teams.

Barry, Bruce & L. Stewart, Greg. 1997. Composition, Process, and Performance in Self-Managed Groups: The Role of Personality. The Journal of applied psychology.

Graf, Sabine & Bekele, Rahel. 2006. Forming Heterogeneous Groups for Intelligent Collaborative Learning Systems with Ant Colony Optimization.

Raúl A. Aguilar, Angélica de Antonio, Ricardo Imbert. 2007. Emotional Agents with Team Roles to Support Human Group Training.

Mount, M. K., Barrick, M. R., & Stewart, G. L. (1998). Five-Factor Model of personality and performance in jobs involving interpersonal interactions. Human Performance.

6. ANEXOS

1. Certificaciones de Expertos

JUICIO DE EXPERTO

Yo, Oscar Revelo Sánchez identificado con cédula de ciudadanía 11438636 certifico la fiabilidad en el uso de Algoritmos Genéticos como técnica utilizada para la formación de grupos en entornos colaborativos para el proyecto de grado denominado CW-TEAMS: SOFTWARE PARA LA CONFORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO COLABORATIVO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS, realizado por el estudiante FRANCO ESTEBAN CORDOBA PEREZ del Programa de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

DATOS DEL EXPERTO

Formación académica:

Ingeniero de Sistemas con Maestría en Investigación de Operaciones y Maestría en Computación

Experiencia profesional:

20 años

Cargo actual:

Docente

Institución:

Universidad de Nariño

Contacto:

orevelo@udenar.edu.co

Esta validación sobre Algoritmos Genéticos se da de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- Fácil ejecución en arquitecturas modernas.
- Usan operadores probabilísticos.
- La complejidad de implementación es relativamente baja.
- La literatura recomienda utilizarlos para este tipo de problemas.
- Existen bastantes investigaciones sobre el tema.



OSCAR REVELO SÁNCHEZ - 11.438.636

JUICIO DE EXPERTO

Yo, Franklin Eduardo Jiménez Giraldo identificado con cedula de ciudadanía 13068546 certifico la fiabilidad en el uso de J2EE, Hibernate y Spring como tecnologías para el desarrollo del software para el proyecto de grado llamado CW-TEAMS: SOFTWARE PARA LA CONFORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO COLABORATIVO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS realizado por el estudiante FRANCO ESTEBAN CORDOBA PEREZ del Programa de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

DATOS DEL EXPERTO

Formación académica:

Ingeniero de Sistemas con Maestría en Software Libre

Experiencia profesional:

10 años

Cargo actual:

Docente

Institución:

Universidad Mariana

Contacto:

fjimenez@umariana.edu.co

Esta validación sobre J2EE, Hibernate y Spring se da de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- J2EE tiene la ventaja de utilizar Java siendo orientado a objetos, curva de aprendizaje fácil, librerías estándar y manejo de errores.
- Spring permite unificar un stack de tecnologías estándar para J2EE, permitiendo la fácil implementación de pruebas y nuevos servicios.
- Hibernate permite trabajar las bases de datos por medio de entidades, facilitando el mantenimiento del software.


FRANKLIN EDUARDO JIMÉNEZ GIRALDO - 13.068.546

JUICIO DE EXPERTO

Yo, Alexander Álvaro Barón Salazar identificado con cedula de ciudadanía 12994330 certifico la fiabilidad en el uso de SCRUM y UML como marco de desarrollo y lenguaje de Modelado respectivamente para el proyecto de grado llamado CW-TEAMS: SOFTWARE PARA LA CONFORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO COLABORATIVO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS realizado por el estudiante FRANCO ESTEBAN CORDOBA PEREZ del Programa de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

DATOS DEL EXPERTO

Formación académica:

Ingeniero de Sistemas con Maestría en Ingeniería Informática

Experiencia profesional:

20 años

Cargo actual:

Docente

Institución:

Universidad de Nariño

Contacto:

abaron@udenar.edu.co

Esta validación sobre SCRUM y UML se da de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- SCRUM es una forma de trabajo aplicada a la gestión de tareas y de equipos de trabajo con el objetivo de agilizar tiempos y procesos para obtener así el resultado esperado del proyecto.
- UML es un lenguaje estándar de modelado para desarrollo de software, centrándose en el análisis y diseño de este.
- Tanto SCRUM como UML son bastante reconocidos y no tienen muchas dificultades en su proceso de aprendizaje.



ALEXANDER ALVARO BARON SALAZAR - 12.994.330

2. Formato de un Sprint

Nuevo sprint


Sprint 1	
01 ago. 2017	31 ago. 2017

CREAR

Fuente: Creación propia

3. Formato de una historia de usuario

New User Story

<p>Creación del proyecto inicial</p> <p>+ Añadir etiqueta</p> <p>Crear el proyecto inicial utilizando Sprint, Hibernate, JSF y Primefaces.</p> <p>0 adjuntos +</p> <p style="text-align: center;">¡Arrastre los archivos adjuntos aquí!</p>	<p>NUEVA ▼</p> <p> Franco Cordoba</p> <p>+ Añadir asignación</p>
--	---

CREAR

Fuente: Creación propia

4. Formato de un ticket (tarea)

New Task

Creación del repositorio inicial

+ Añadir etiqueta

Crear el repositorio inicial utilizando Spring Boot

0 adjuntos

¡Arrastre los archivos adjuntos aquí!

CREAR

NUEVA

Franco Cordoba

Fuente: Creación propia






5. Sprints CW-BF

- Sprints BF-Manager

Sprint 1

#3 Creación del proyecto inicial	+ ☰	 #4 Creación del repositorio inicial
		 #5 Creación de Base de Datos
		 #6 Configurar y conectar BD con Hibernate
#7 Manejo de Usuarios	+ ☰	 #8 Creación de Bean para Usuario
		 #9 Crear plantillas para cada tipo de usuario
		 #10 Login y Logout
		 #11 Mantener sesión para usuarios

Sprint 2

#12 Creación de elementos básicos UX	+ ☰	 #13 Creación de Menu
		 #14 Crear Dashboard
		 #15 Crear Administrador de Usuarios
		 #16 Dar soporte multilinguaje
		 #17 Agregar opción para sugerencias

#67 Creación de vistas, modelos y controladores para cuestionarios



#68 Crear elementos para cuestionarios



#69 Crear elementos para tipos de preguntas



#70 Mejorar vistas de los cuestionarios



#71 Agregar elementos para cuestionarios tipo Big Five

Sprint 3

#18 Agregar y Configurar Tema (Serenity)



#19 Agregar tema Serenity



#20 Modificar plantillas Serenity

#21 Agregar funcionalidades charts y backups



#22 Agregar y configurar plugin para Charts



#23 Agregar soporte para backups

#72 Agregar elementos para gestionar cuestionarios



#73 Permitir visualizar estadísticas para los cuestionarios



#74 Permitir visualizar las respuestas para los cuestionarios



#75 Permitir una vista previa de cada cuestionario

Sprint 4

#24 Agregar seguridad a la aplicación



#25 Agregar recuperación de contraseña por email



#26 Utilizar criptografía para las contraseñas



#27 Agregar seguridad en la navegación por rutas

#28 Guardar datos necesarios



#29 Permitir exportar hojas de calculo



#30 Guardar imágenes temporalmente

Sprint 5

#31 Mejorar la presentación y la configuración



#34 Agregar información de autores



#35 Mejorar la forma de mostrar mensajes







#36 Permitir cambiar la configuración global del aplicativo fácilmente










#37 Agregar perfil de usuario

Sprint 6

#33 Mejorar la experiencia de usuario	+ ☰	 #41 Permitir visualización de algunos datos sin necesidad de iniciar sesión
		 #42 Mejorar la presentación de las URLs
		 #43 Manejar paginas de error
		 #44 Traducir textos faltantes

- **Sprints CW – Teams**

Sprint 1

#3 Creación del proyecto inicial	+ ☰	 #4 Creación del repositorio inicial
		 #5 Creación de Base de Datos
		 #6 Configurar y conectar BD con Hibernate
#7 Manejo de Usuarios	+ ☰	 #8 Creación de Bean para Usuario
		 #9 Crear plantillas para cada tipo de usuario
		 #10 Login y Logout
		 #11 Mantener sesión para usuarios

Sprint 2

#12 Creación de elementos básicos UX + ☰



#13 Creación de Menu



#14 Crear Dashboard



#15 Crear Administrador de Usuarios



#16 Dar soporte multilinguaje



#17 Agregar opción para sugerencias

Sprint 3

#18 Agregar y Configurar Tema (Serenity) + ☰



#19 Agregar tema Serenity



#20 Modificar plantillas Serenity

#21 Agregar funcionalidades charts y backups + ☰



#22 Agregar y configurar plugin para Charts



#23 Agregar soporte para backups

Sprint 4

#24 Agregar seguridad a la aplicación + ☰



#25 Agregar recuperación de contraseña por email



#26 Utilizar criptografía para las contraseñas



#27 Agregar seguridad en la navegación por rutas

#28 Guardar datos necesarios



#29 Permitir exportar hojas de calculo



#30 Guardar imágenes temporalmente

Sprint 5

#31 Mejorar la presentación y la configuración



#34 Agregar información de autores



#35 Mejorar la forma de mostrar mensajes



#36 Permitir cambiar la configuración global del aplicativo fácilmente



#37 Agregar perfil de usuario

#32 Agregar algoritmos geneticos



#38 Agregar algoritmo genético para la creación de grupos



#39 Permitir agregar grupos de individuos



#40 Permitir la exportación de resultados y gráficos

Sprint 6

#33 Mejorar la experiencia de usuario



#41 Permitir visualización de algunos datos sin necesidad de iniciar sesión



#42 Mejorar la presentación de las URLs



#43 Manejar paginas de error



#44 Traducir textos faltantes

6. Plantilla reuniones de retrospectiva

Resumen de la Reunión Retrospectiva

Información de la empresa y proyecto :

Empresa / Organización	
Proyecto	

Información de la reunión:

Lugar	
Fecha	
Número de Iteración / Sprint	
Personas convocadas a la reunión	
Personas que asistieron a la reunión	

Tareas:

Backclog	Tarea	Tipo (UX, Front, Back, Diseño)	Estado	Responsable

Retrospectiva:

Aciertos (¿Que salió bien?)	Errores (¿Que no salió bien?)	Recomendaciones (Mejoras a implementar)
•	•	•

Fuente: Creación propia

7. Autorización Utilización prueba Spanish BF

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORA PARA EL USO DE LA PRUEBA PSICOLÓGICA “SPANISH BFI” PARA MEDIR LAS CINCO DIMENSIONES FUNDAMENTALES DE PERSONALIDAD

La Dra. Verónica Benet-Martínez Profesora de Investigación ICREA del Departamento de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Pompeu Fabra y responsable del grupo de investigación BESS (Behavioral and Experimental Social Sciences), como autora de la prueba psicológica “Spanish BFI”, autoriza el uso de la **prueba psicológica “Spanish BFI” para medir las cinco dimensiones fundamentales de personalidad** para la investigación titulada “CW-TEAMS: Software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo basado en algoritmos genéticos”, la cual es llevada a cabo por el estudiante Franco Esteban Córdoba Pérez de la Universidad de Nariño, Colombia.

Debido a que la autora reside en la ciudad de Barcelona (España) y no es posible realizar la firma de un documento de autorización, lo afirmado anteriormente se puede comprobar mediante las capturas de pantalla anexadas a final del documento donde se evidencia los correos electrónicos que se intercambiaron con la autora de la prueba, en donde se hizo la petición de la prueba y de la autorización para utilizar esta. Tanto el correo electrónico como los datos de investigación de la Dra. Verónica Benet-Martínez se pueden comprobar en su WebSite Oficial <https://www.upf.edu/web/benet-martinez>.

La prueba psicológica “Spanish BFI” ha sido resultado de la adaptación de la prueba “BIG FIVE” y de la investigación titulada “Los Cinco Grandes across cultures and ethnic groups: Multitrait-multimethod analyses of the Big Five in Spanish and English” de la cual la Dra. Verónica Benet-Martínez es autora.

ANEXOS

1. Correo electrónico donde se hizo petición de la prueba:



FRANCO ESTEBAN CORDOBA PEREZ

sáb 16/09, 11:34 p.m.

veronica.benet@upf.edu; franco12594@gmail.com



Responder a todos

Hola Véronica, mi nombre es Esteban Córdoba, soy estudiante de la Universidad de Nariño, Colombia. Estoy realizando una investigación para la creación de un sistema de agrupamiento asistido por computador basado en algoritmos genéticos, que permita apoyar la conformación de grupos para entornos de trabajo colaborativo, de acuerdo con los rasgos de personalidad de sus integrantes.

Leí acerca de su investigación en Big Five y del test que realizo, me gustaría poder utilizar esta prueba para medir los rasgos de personalidad que necesito en mi investigación, ¿Cómo podría obtener la prueba Big Five para sistematizarla? El uso de la prueba no será para propósitos comerciales, solamente para propósitos investigativos.

2. Correo electrónico donde la Dra. Verónica Benet-Martínez envía la prueba:



VERONICA BENET-MARTINEZ <veronica.benet@upf.edu>

Ayer 4:03 a.m.

FRANCO ESTEBAN CORDOBA PEREZ



Responder a todos



Mostrar todos 2 archivos adjuntos (2 MB) Descargar todo Guardar todo en OneDrive - Universidad de Nariño

Hola Esteban
Te lo adjunto. Saludos, veronica

Veronica Benet-Martinez
ICREA Professor
Department of Political and Social Sciences
Universitat Pompeu Fabra
Ramon Trias Fargas 25-27 / Barcelona 08005 / Spain

<http://scholar.google.com/citations?user=tI2CqJsAAAAJ&hl=en&oi=ao>
<http://www.icrea.cat/Web/ScientificStaff/Veronica-Benet-Martinez-518>
<http://benetmartinez.socialpsychology.org/>



3. Correo electrónico donde se hizo petición de la autorización a la autora para la utilización de la prueba:



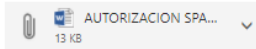
FRANCO ESTEBAN CORDOBA PEREZ

Ayer, 5:24 p.m.

VERONICA BENET-MARTINEZ<veronica.benet@upf.edu> ✉



Responder a todos ▾



Mostrar todos 1 archivos adjuntos (13 KB) descargar Guardar en OneDrive - Universidad de Nariño

Muchas Gracias Verónica, esta ayuda es muy importante para continuar mi investigación. Por términos de propiedad intelectual e implicaciones éticas necesito su autorización como autora para poder utilizar el test "Spanish BFI". **Solicito amablemente que se me facilite dicha autorización**, esta se puede hacer de forma escrita respondiendo a este correo afirmando que se me autoriza utilizar la prueba o preferiblemente por medio de una firma en el formato de autorización adjunto.

Como ya le había mencionado anteriormente la prueba sera utilizada solamente con fines investigativos, en la investigación en curso llamada "CW-TEAMS: Software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo basado en algoritmos genéticos", donde se creara un sistema de agrupamiento asistido por computador basado en algoritmos genéticos, que permita apoyar la conformación de grupos para entornos de trabajo colaborativo, de acuerdo con los **rasgos de personalidad de sus integrantes**.

Agradezco su atención, quedo atento a su respuesta.

Franco Esteban Córdoba Pérez
Estudiante de Ingeniería de Sistemas
Integrante Grupo de Investigación Galeras.NET
Universidad de Nariño
San Juan de Pasto, Nariño, Colombia



4. Correo electrónico donde la Dra. Verónica Benet-Martínez autoriza la utilización de la prueba:



VERONICA BENET-MARTINEZ <veronica.benet@upf.edu>



Responder a todos | v

mar 19/09/2017 10:38 a.m.

Para: FRANCO ESTEBAN CORDOBA PEREZ ↗

Doy mi autorización formal con este escrito.
Verónica

Veronica Benet-Martinez
[ICREA](#) Professor
Department of Political and Social Sciences
[Universitat Pompeu Fabra](#)
Ramon Trias Fargas 25-27 / Barcelona 08005 / Spain

<http://scholar.google.com/citations?user=tI2CqJsAAAAJ&hl=en&oi=ao>
<http://www.icrea.cat/Web/ScientificStaff/Veronica-Benet-Martinez-518>
<http://benetmartinez.socialpsychology.org/>



8. Formato de consentimiento informado

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Sistemas
CW-TEAMS: Software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo basado
en algoritmos genéticos

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Yo, _____ mayor de edad identificado (a) con C.C. _____
de _____, actuando en nombre propio.

DECLARO:

Que he recibido toda la información clara y concreta por parte **de Franco Esteban Córdoba Pérez, estudiante de la Universidad de Nariño el día ____ del mes de _____ del año _____**, sobre el trabajo de investigación CW-TEAMS: Software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo basado en algoritmos genéticos que se realizará a su cargo, para **participar en el trabajo de investigación.**

Me ha advertido que en la investigación en que participo, solo se utilizarán los datos cuantitativos y ningún dato cualitativo, como tampoco en ningún momento se hará público mi nombre y/o documento de identificación, ni saldrán a la luz pública hechos relacionados que puedan identificarme y sobre los cuales se guardarán siempre y en todo momento del estudio, toda las reservas y discrecionalidades correspondientes.

Me ha explicado y he comprendido satisfactoriamente la naturaleza y propósito del estudio aludido y de las posibles implicaciones que podría tener. He podido preguntar mis inquietudes al respecto y recibido las respuestas y explicaciones en forma satisfactoria.

También se me ha informado de mi derecho a rechazar esta autorización o revocarla cuando así yo lo requiera.

He sido interrogado (a) sobre la aceptación o no, de esta autorización para este estudio, por lo tanto,

AUTORIZO

Para que **Franco Esteban Córdoba Pérez realice la investigación correspondiente** por un tiempo de 12 meses, a partir de hoy. Se firma el presente documento a los _____ días del mes de _____ del año _____.

FIRMA DE QUIEN AUTORIZA
C.C.

FIRMA DEL INVESTIGADOR
C.C.

9. Códigos QR de repositorios en GitHub

- CW - Teams



<https://github.com/francoecp/cwteams>

- BF - Manager



<https://github.com/francoecp/bfmanager>

10. Manuales de Usuario

- CW - Teams



Universidad de Nariño – Departamento de Sistemas

CW-TEAMS

Software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo basado en algoritmos genéticos

Manual de Usuario

Febrero del 2018

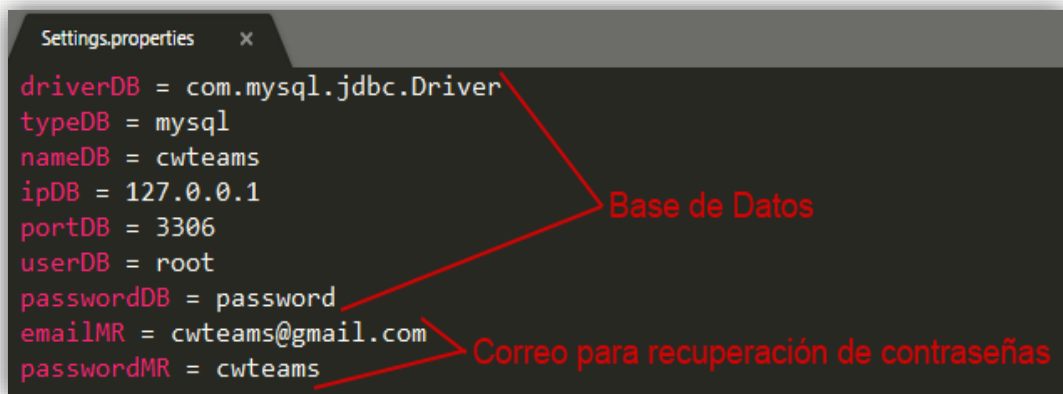
Autores:

**Franco Esteban Córdoba Pérez
Oscar Revelo Sánchez
Alexander Barón Salazar**



INSTALACIÓN Y EJECUCIÓN DE CW-TEAMS

Se suministra el código fuente de **CW-TEAMS** y el archivo WAR para subir al servidor de aplicaciones preferiblemente *Apache Tomcat 7* o superior, una vez sea puesto en producción o directamente en el archivo WAR antes de subirlo al servidor se deben cambiar los valores de configuración para la conexión a la base de datos y cuenta de correo para recuperación de contraseñas, en el archivo *Settings.properties* en la carpeta *settings*.



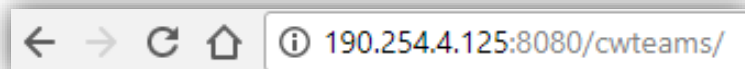
```
Settings.properties x
driverDB = com.mysql.jdbc.Driver
typeDB = mysql
nameDB = cwteams
ipDB = 127.0.0.1
portDB = 3306
userDB = root
passwordDB = password
emailMR = cwteams@gmail.com
passwordMR = cwteams
```

Base de Datos

Correo para recuperación de contraseñas

Una vez realizado se podrá ejecutar la aplicación normalmente, igualmente se sumista un Script SQL para la base de datos inicial, el cual ha sido realizado para funcionar en MySQL.

Una vez puesto en producción en el servidor, se debe ingresar a la dirección dada para la aplicación, similar a la dada a continuación.



INICIO

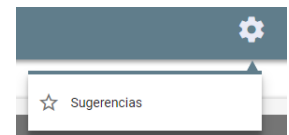
Al iniciar la aplicación, se despliega la siguiente pantalla, con las opciones indicadas:




La aplicación maneja cuatro **tipos de usuario**, cada cual con una plantilla y un tema para el entorno gráfico:

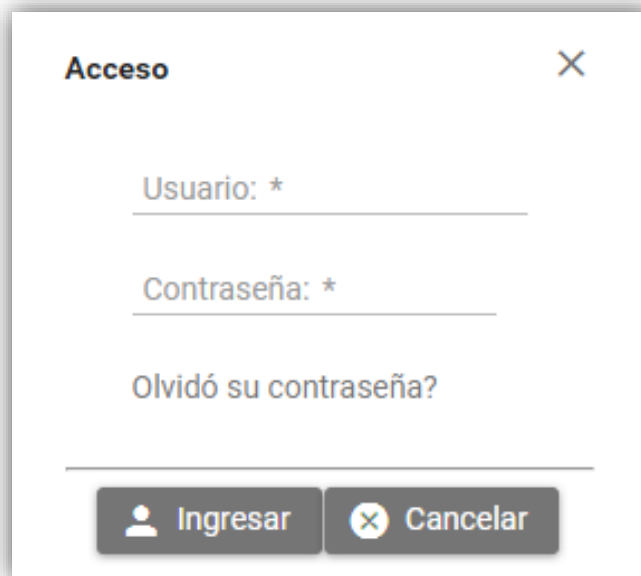
- **Administrador (CityScope, DeepPurple):** Usuario administrador del sistema, quien tiene privilegios para realizar cualquier acción dentro del sistema.
- **Gestor (Cloudy, Blue):** Usuario que gestiona los grupos asignados a este usuario por un administrador o que este también puede crear.
- **Invitado (Moody, Grey):** Es un usuario que desde la página de inicio puede visualizar los grupos creados y liberados, así como también puede crear nuevos grupos pero estos no se guardaran en la base de datos.

Todos los usuarios menos los administradores cuentan con la opción Sugerencias, donde podrán calificar la aplicación y enviar sugerencias para su posterior revisión por algún administrador del sistema.



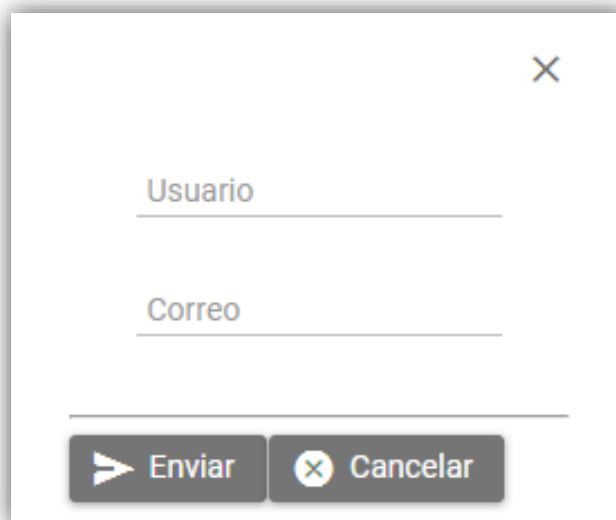
INICIAR SESIÓN

Para iniciar sesión se debe seleccionar la opción de Inicio de Sesión  e ingresar los datos que se solicitan.



A dialog box titled "Acceso" with a close button (X) in the top right corner. It contains two input fields: "Usuario: *" and "Contraseña: *". Below the password field is a link "Olvidó su contraseña?". At the bottom, there are two buttons: "Ingresar" with a user icon and "Cancelar" with a close icon (X).

Si el usuario ha olvidado la contraseña esta puede ser recuperada seleccionando la opción *¿Olvidó su contraseña?* e ingresando los datos solicitados. Una vez realizado este proceso el usuario recibirá su nueva contraseña en el correo administrado.



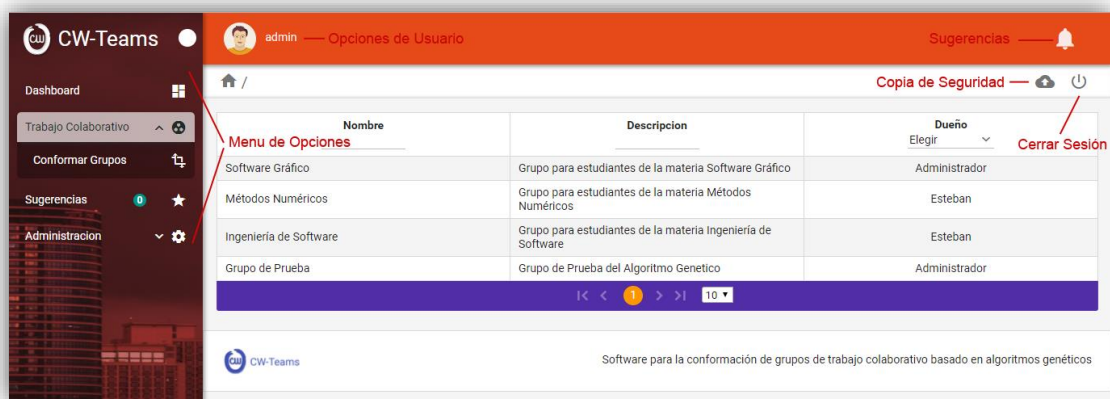
A dialog box with a close button (X) in the top right corner. It contains two input fields: "Usuario" and "Correo". At the bottom, there are two buttons: "Enviar" with a right-pointing arrow icon and "Cancelar" with a close icon (X).

INTERFAZ DE USUARIO

A continuación se mostrara y explicara algunas funciones del aplicativo CW-TEAMS en la parte de usuario, algunas de estas funciones solo estarán disponibles según el tipo de usuario.

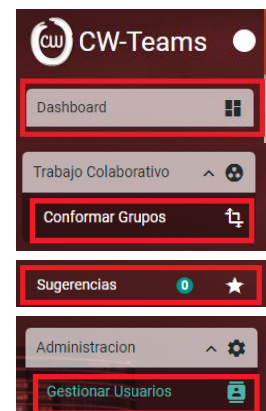
Inicio y Opciones

Al iniciar sesión como administrador se desplegara la siguiente pantalla de inicio con algunas de sus opciones:



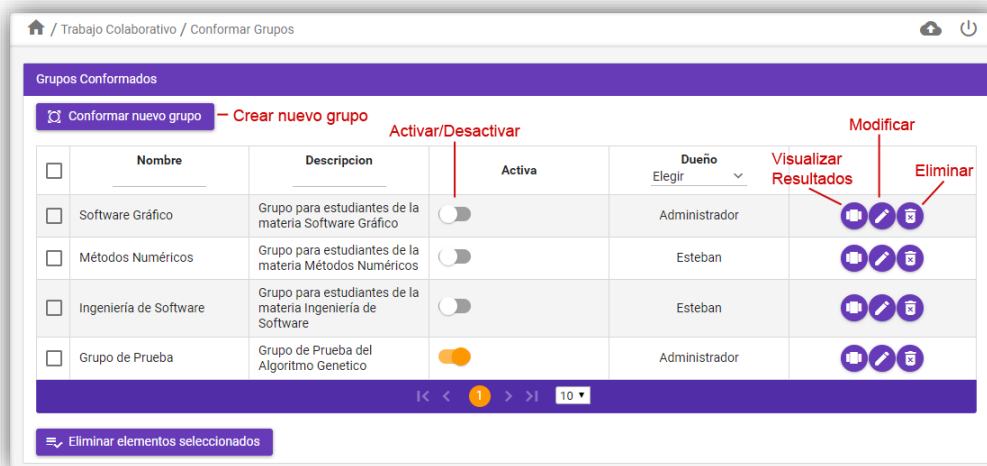
Algunas opciones dadas en el menú de la aplicación son las siguientes:

- **Dashboard:** Es la página de inicio para el administrador donde se puede visualizar los grupos ya formado con sus datos correspondientes.
- **Conformar Grupos:** En esta opción se puede crear grupos, modificar su título y descripción, eliminar grupos, visualizar los grupos conformados y descargar resultados.
- **Sugerencias:** En esta opción se puede visualizar y eliminar las sugerencias dadas por los usuarios.
- **Gestionar Usuarios:** En esta opción se puede agregar, eliminar, modificar o agregar usuarios por medio de un archivo CSV.



Conformar Grupos

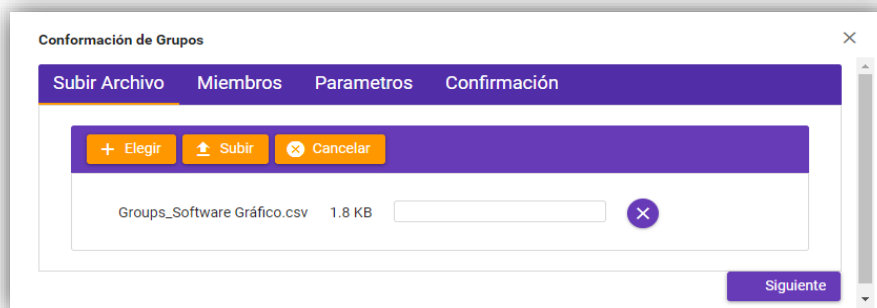
Al ingresar a la opción de Conformación de Grupos se mostrara la siguiente pantalla con las opciones indicadas:



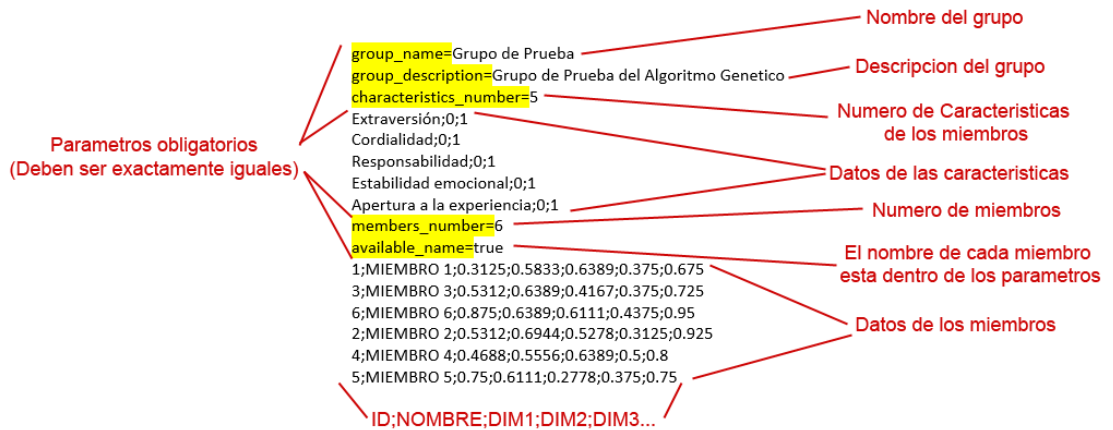
- **Crear nuevo grupo:** Abre un dialogo donde se puede ingresar los parámetros del nuevo grupo.
- **Activar/Desactivar:** Libera u oculta el grupo para que pueda ser visualizado por cualquier usuario Invitado.
- **Visualizar Resultados:** Permite visualizar los resultados del grupo conformado.
- **Modificar:** Abre un dialogo donde se puede modificar el título y descripción del grupo seleccionado.
- **Eliminar:** Opción que permite eliminar el grupo conformado.

Crear nuevo grupo

Al seleccionar la opción *Crear nuevo grupo* se muestra el siguiente dialogo donde se podrá ingresar los parámetros para la conformación de grupos paso a paso.



Se debe subir un archivo de texto con los datos necesarios para formar los grupos con el siguiente formato:



Luego se podra cambiar algunos parametros como el titulo, descripcion y asignar el dueño de la conformacion, asi como tambien escoger que miembros seran los utilizados para conformar los grupos.

Conformación de Grupos

Subir Archivo | **Miembros** | Parametros | Confirmación

Nombre: Grupo de Prueba

Descripcion: Grupo de Prueba del Algoritmo Genetico

Administrador: [dropdown]

Total Miembros: 6

<input checked="" type="checkbox"/>	ID	Usuario
<input checked="" type="checkbox"/>	1	MIEMBRO 1
<input checked="" type="checkbox"/>	3	MIEMBRO 3
<input checked="" type="checkbox"/>	6	MIEMBRO 6
<input checked="" type="checkbox"/>	2	MIEMBRO 2
<input checked="" type="checkbox"/>	4	MIEMBRO 4

Anterior | Siguiete

Luego se podran asignar los parametros para la ejecucion de la conformacion de grupos.

Conformación de Grupos

Subir Archivo Miembros **Parametros** Confirmación

Numero de Miembros por Grupo: 3

Numero de Caracteristicas: 5

Media de Aptitud: 0,01

Probabilidad Mutación Individuos: 20%

Numero de Individuos: 80

Numero de Generaciones: 1.000

Porcentaje de Seleccion: 40%

Probabilidad Mutación Genes: 15%

Anterior Sigulente

Y por ultimo se debe verificar los datos ingresados.

Conformación de Grupos

Subir Archivo Miembros Parametros **Confirmación**

Numero de miembros:	6	Numero de Caracteristicas:	5	Porcentaje de seleccion:	40.0%
Numero de miembros por grupo:	3	Numero de Generaciones:	1000	Probabilidad de mutacion de individuos:	20.0%
Numero de Individuos:	80	Media de aptitud:	0.01	Probabilidad de mutacion de genes:	15.0%

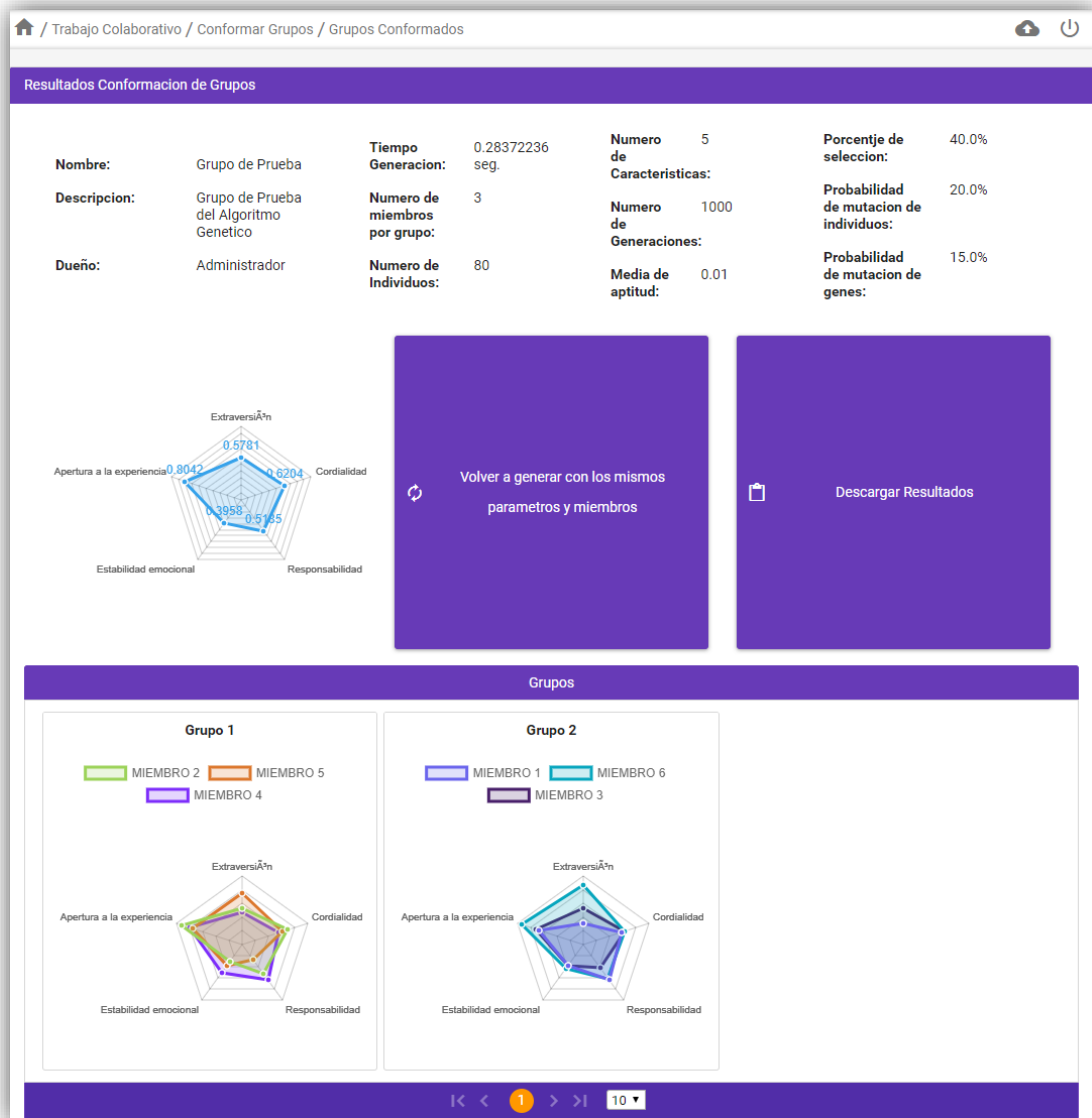
Miembros Seleccionados

ID	Usuario
1	MIEMBRO 1
3	MIEMBRO 3
6	MIEMBRO 6

Anterior Confirmar

Visualizar Resultados

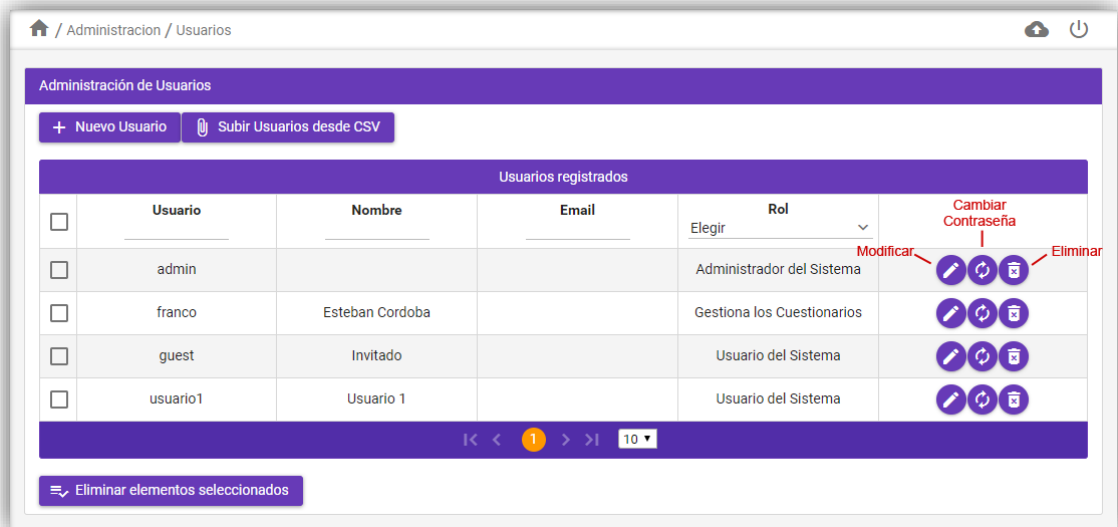
Al visualizar los resultados de una conformación de grupos se podrá ver una pantalla como la siguiente:



- **Volver a generar con los mismos parámetros y miembros:** Se genera la conformación de grupos con los mismos parámetros y miembros que han sido ingresados anteriormente.
- **Descargar Resultados:** Permite descargar los resultados en un formato Excel.

Gestionar Usuarios

Al ingresar a la opción de *Gestionar Usuarios* se mostrara la siguiente pantalla donde se podrá seleccionar alguna de las opciones indicadas:



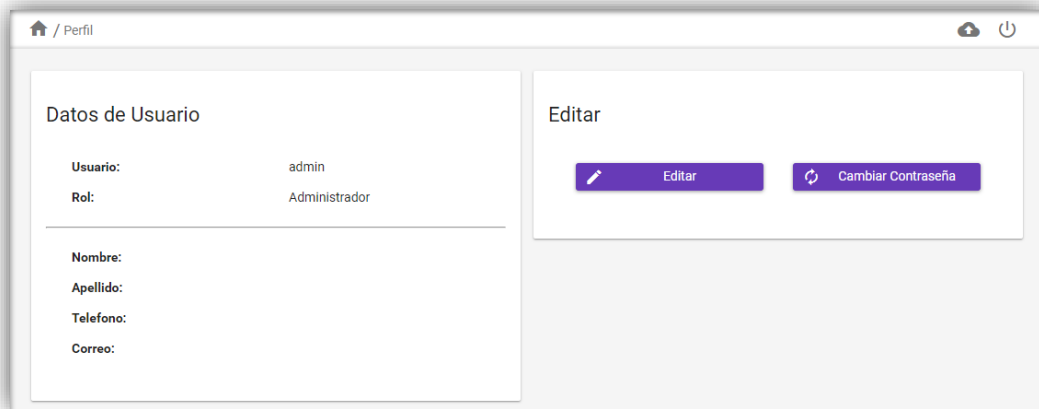
- **Nuevo Usuario:** Permite crear un nuevo usuario con los datos requeridos.
- **Modificar:** Permite modificar un usuario.
- **Eliminar:** Permite eliminar un usuario.
- **Cambiar Contraseña:** Permite cambiar la contraseña de un usuario seleccionado.
- **Subir Usuarios desde CSV:** Permite subir varios usuarios por medio de un archivo CSV separado por comas (,) con el siguiente formato:

user	user_type	pass	name	surname	email	phone
usu1	1	123	Administrador	CW	correo1@hotmail.com	730480
usu2	2	123	Gestor	1	correo2@gmail.com	731688

Tipo de Usuario: 1. Administrador, 2. Gestor
 Usuario (Unico)
 Contraseña
 Nombre
 Apellido
 Correo
 Telefono
 Encabezado por defecto (Debe ser exactamente igual)
 Datos Obligatorios
 Datos Opcionales

Perfil

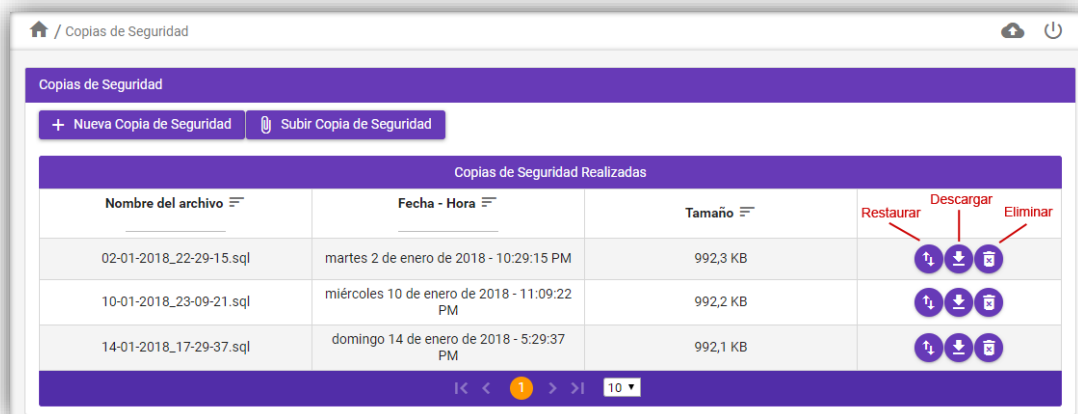
Al ingresar a la opción de *Perfil* en las *Opciones de Usuario* se mostrara la siguiente pantalla donde se podrá seleccionar alguna de las opciones indicadas:



- **Editar:** Esta opción permite editar los datos del perfil de usuario.
- **Cambiar Contraseña:** Permite cambiar la contraseña del usuario.

Copia de Seguridad

Al ingresar a la opción de *Backup* desde el icono  se mostrara la siguiente pantalla donde se podrá seleccionar alguna de las opciones indicadas:



- **Nueva Copia de Seguridad:** Realiza una copia de seguridad de la base de datos a la fecha.
- **Subir Copia de Seguridad:** Permite subir una copia de seguridad desde un archivo SQL.
- **Restaurar:** Permite restaurar una copia de seguridad realizada anteriormente.
- **Descargar:** Permite descargar la copia de seguridad seleccionada.
- **Eliminar:** Permite eliminar la copia de seguridad seleccionada.

- **BF - Manager**



Universidad de Nariño – Departamento de Sistemas

BF-MANAGER
Software para la gestión de cuestionarios tipo
BigFive

Manual de Usuario

Febrero del 2018

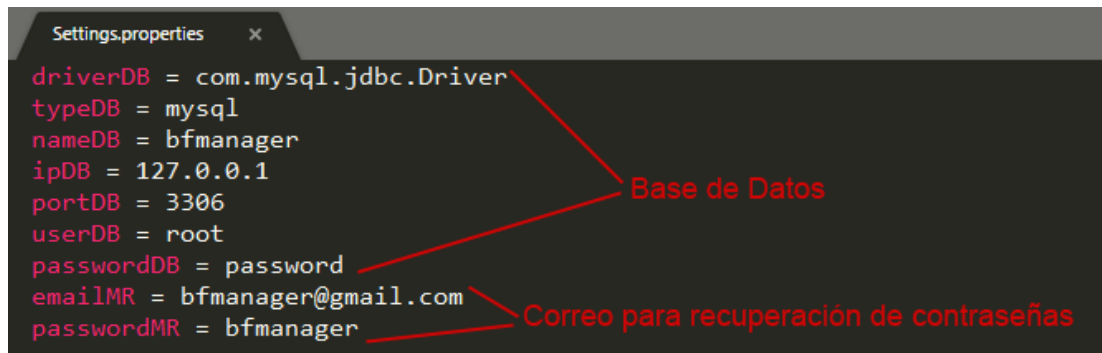
Autores:

Franco Esteban Córdoba Pérez
Oscar Revelo Sánchez
Alexander Barón Salazar



INSTALACIÓN Y EJECUCIÓN DE BF-MANAGER

Se suministra el código fuente de **BF-MANAGER** y el archivo WAR para subir al servidor de aplicaciones preferiblemente *Apache Tomcat 7* o superior, una vez sea puesto en producción o directamente en el archivo WAR antes de subirlo al servidor se deben cambiar los valores de configuración para la conexión a la base de datos y cuenta de correo para recuperación de contraseñas, en el archivo *Settings.properties* en la carpeta *settings*.



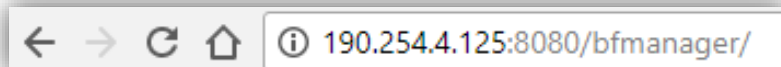
```
Settings.properties x
driverDB = com.mysql.jdbc.Driver
typeDB = mysql
nameDB = bfmanager
ipDB = 127.0.0.1
portDB = 3306
userDB = root
passwordDB = password
emailMR = bfmanager@gmail.com
passwordMR = bfmanager
```

Annotations in the image:

- Red arrows point from the text "Base de Datos" to the lines: `driverDB = com.mysql.jdbc.Driver`, `typeDB = mysql`, `nameDB = bfmanager`, `ipDB = 127.0.0.1`, `portDB = 3306`, and `userDB = root`.
- Red arrows point from the text "Correo para recuperación de contraseñas" to the lines: `passwordDB = password`, `emailMR = bfmanager@gmail.com`, and `passwordMR = bfmanager`.

Una vez realizado se podrá ejecutar la aplicación normalmente, igualmente se suministra un Script SQL para la base de datos inicial, el cual ha sido realizado para funcionar en MySQL.

Una vez puesto en producción en el servidor, se debe ingresar a la dirección dada para la aplicación, similar a la dada a continuación.



INICIO

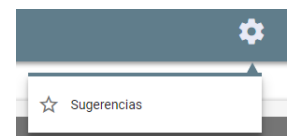
Al iniciar la aplicación, se despliega la siguiente pantalla, con las opciones indicadas:



La aplicación maneja cuatro **tipos de usuario**, cada cual con una plantilla y un tema para el entorno gráfico:

- **Administrador (CityScope, DeepPurple):** Usuario administrador del sistema, quien tiene privilegios para realizar cualquier acción dentro del sistema.
- **Gestor (Cloudy, Blue):** Usuario que gestiona los cuestionarios asignados a este usuario por un administrador, quien puede asignar grupos a los cuestionarios, visualizar respuestas y estadísticas.
- **Usuario (Palm, DeepOrange):** Usuario que responde los cuestionarios según las restricciones dadas por el administrador.
- **Invitado (Moody, Grey):** Es un usuario que desde la página de inicio puede responder los cuestionarios que sean libres sin iniciar sesión y conociendo los resultados arrojados por el cuestionario, pero estos no se guardaran en la base de datos.


Todos los usuarios menos los administradores cuentan con la opción Sugerencias, donde podrán calificar la aplicación y enviar sugerencias para su posterior revisión por algún administrador del sistema.

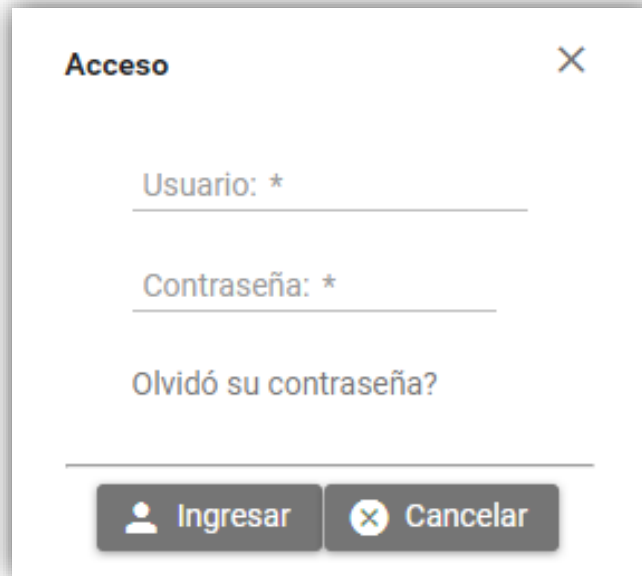


The screenshot shows the 'Sugerencias' form. It has a title 'Sugerencias' and a close button 'X'. The form contains the following elements:

- A rating section: 'Por favor califica el aplicativo:' followed by five empty star icons.
- A text input section: 'Tienes alguna sugerencia u observación:' followed by a rich text editor with a toolbar containing icons for bold (B), italic (I), underline (U), text color (A), background color, subscript (x₂), superscript (x²), bulleted list, numbered list, and indent.
- An 'Enviar' button with a checkmark icon.

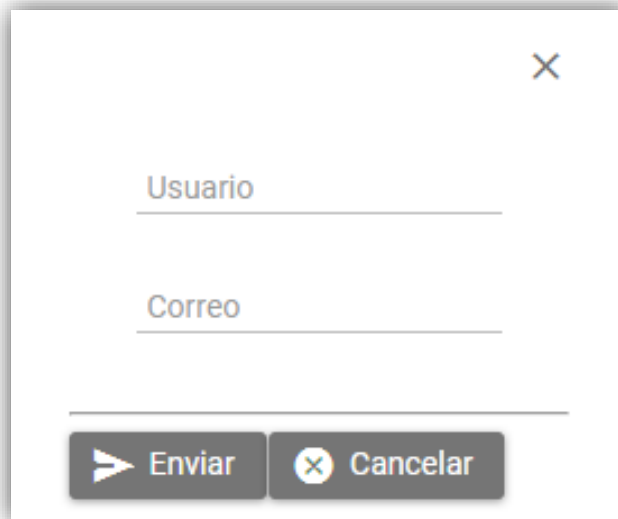
INICIAR SESIÓN

Para iniciar sesión se debe seleccionar la opción de Inicio de Sesión  e ingresar los datos que se solicitan.



A dialog box titled "Acceso" with a close button (X) in the top right corner. It contains two input fields: "Usuario: *" and "Contraseña: *". Below the password field is a link that says "Olvidó su contraseña?". At the bottom, there are two buttons: "Ingresar" with a user icon and "Cancelar" with a close icon (X).

Si el usuario ha olvidado la contraseña esta puede ser recuperada seleccionando la opción *¿Olvidó su contraseña?* e ingresando los datos solicitados. Una vez realizado este proceso el usuario recibirá su nueva contraseña en el correo administrado.



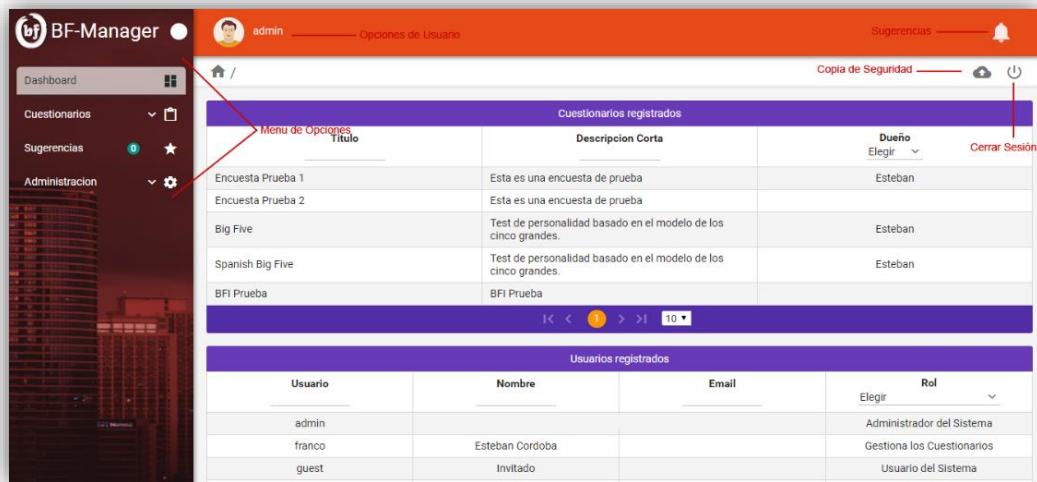
A dialog box with a close button (X) in the top right corner. It contains two input fields: "Usuario" and "Correo". At the bottom, there are two buttons: "Enviar" with a right-pointing arrow icon and "Cancelar" with a close icon (X).

INTERFAZ DE USUARIO

A continuación se mostrara y explicara algunas funciones del aplicativo BF-MANAGER en la parte de usuario, algunas de estas funciones solo estarán disponibles según el tipo de usuario.

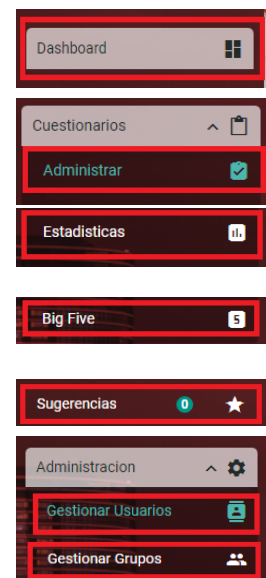
Inicio y Opciones

Al iniciar sesión como administrador se desplegara la siguiente pantalla de inicio con algunas de sus opciones:



Algunas opciones dadas en el menú de la aplicación son las siguientes:

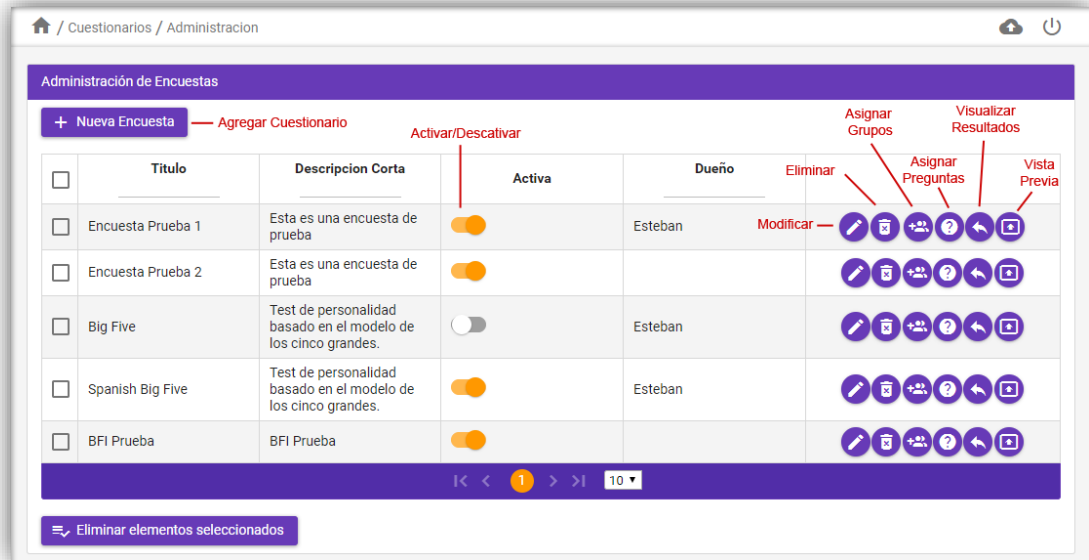
- **Dashboard:** Es la página de inicio para el administrador donde se puede visualizar los cuestionarios y usuarios registrados con sus datos correspondientes.
- **Administrar:** En esta opción se puede crear cuestionarios, modificarlos, eliminarlos, asignarles grupos, asignar preguntas, mirar las respuestas y obtener una vista previa de estos.
- **Estadísticas:** En esta opción se puede visualizar las estadísticas para cada uno de los cuestionarios.
- **Big Five:** En esta opción se puede administrar los cuestionarios de tipo Big Five, configurar su normalización, asignar dimensiones y visualizar los resultados.
- **Sugerencias:** En esta opción se puede visualizar y eliminar las sugerencias dadas por los usuarios.
- **Gestionar Usuarios:** En esta opción se puede agregar, eliminar, modificar o agregar usuarios por medio de un archivo CSV.
- **Gestionar Grupos:** En esta opción se puede agregar, modificar, eliminar



grupos y asignar usuarios a cada uno de estos.


Administrar Cuestionarios

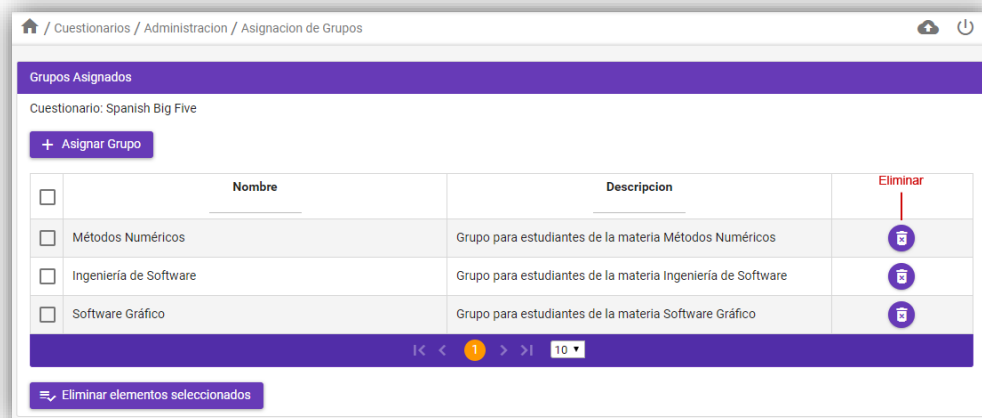
Al ingresar a la opción de Administración de Cuestionarios se mostrara la siguiente pantalla con las opciones indicadas para la administración de cada cuestionario:




- **Agregar Cuestionario:** Abre un dialogo donde se puede ingresar los datos del nuevo cuestionario.
- **Activar/Desactivar:** Activa o desactiva un cuestionario para que este pueda ser visualizado por los usuarios finales.
- **Modificar:** Abre un dialogo donde se puede modificar los datos del nuevo cuestionario.
- **Eliminar:** Opción que permite eliminar un cuestionario.
- **Asignar Grupos:** Permite asignar los grupos dados al cuestionario.
- **Asignar Preguntas:** Permite agregar cada una de las preguntas del cuestionario.
- **Visualizar Resultados:** Permite visualizar los resultados del cuestionario seleccionado.
- **Vista Previa:** Muestra una vista preliminar del cuestionario seleccionado.

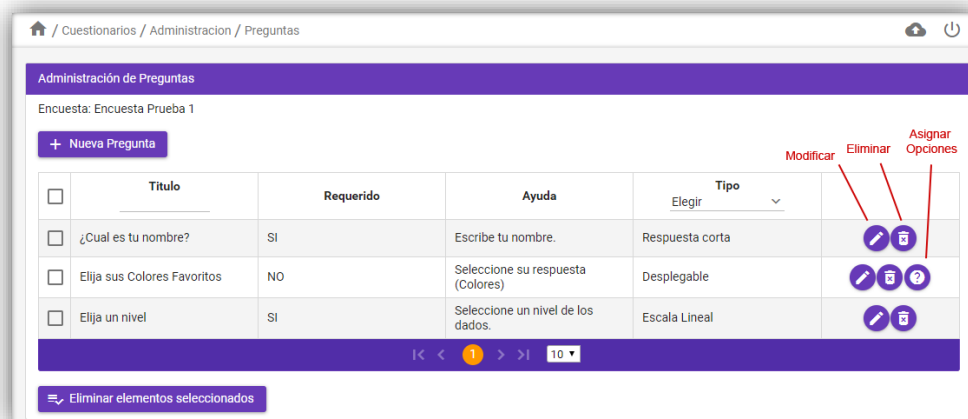
Asignar Grupos

Al seleccionar la opción *Asignar Grupos*  se muestra la siguiente pantalla donde se podrá asignar o eliminar un grupo del cuestionario seleccionado:



Asignar Preguntas

Al seleccionar la opción *Asignar Preguntas*  se muestra la siguiente pantalla donde se podrá realizar alguna de las opciones indicadas:



- **Nueva Pregunta:** Muestra un dialogo donde se podrá ingresar los datos de la nueva pregunta.
- **Modificar:** Permite modificar los datos de la pregunta.
- **Eliminar:** Permite eliminar la pregunta seleccionada.
- **Asignar Opciones:** Permite asignar las opciones para el tipo de preguntas que lo necesiten (Ej. Selección Múltiple).

Visualizar Estadísticas

Al ingresar a la opción de Estadísticas de Cuestionarios se mostrara la siguiente pantalla donde se podrá seleccionar el cuestionario al cual se visualizara sus estadísticas:

Titulo	Descripcion Corta	Dueño	
Encuesta Prueba 1	Esta es una encuesta de prueba	Esteban	Visualizar Estadísticas
Encuesta Prueba 2	Esta es una encuesta de prueba		
Big Five	Test de personalidad basado en el modelo de los cinco grandes.	Esteban	
Spanish Big Five	Test de personalidad basado en el modelo de los cinco grandes.	Esteban	
BFI Prueba	BFI Prueba		

- **Visualizar Estadísticas:** Permite visualizar las estadísticas por grupo del cuestionario seleccionado.

Cuestionarios Big Five

Al ingresar a la opción de Cuestionarios Big Five se mostrara la siguiente pantalla donde se podrá seleccionar alguna de las opciones indicadas:

Titulo	Descripcion Corta	Dueño	
Big Five	Test de personalidad basado en el modelo de los cinco grandes.	Esteban	Configuración Normalización
Spanish Big Five	Test de personalidad basado en el modelo de los cinco grandes.	Esteban	
BFI Prueba	BFI Prueba		

- **Configuración Normalización:** Esta opción permite configurar el mínimo y máximo para normalizar los resultados del cuestionario tipo Big Five seleccionado.

Configuración Normalización ✕

Maximo *

Minimo *


Valor maximo dado para normalizar los puntajes de cada dimension

Valor minimo dado para normalizar los puntajes de cada dimension

+ Agregar
✕ Cancelar

- **Asignar Dimensiones:** Esta opción permite administrar las dimensiones del cuestionario Big Five seleccionado.
- **Visualizar Resultados:** Permite Visualizar los resultados del cuestionario Big Five seleccionado.
- **Vista Previa:** Permite visualizar una vista preliminar del cuestionario.

Asignar Dimensiones

Al seleccionar la opción *Asignar Dimensiones*  se muestra la siguiente pantalla donde se podrá realizar alguna de las opciones indicadas:

Cuestionarios / Big Five / Dimensiones

Administración de Dimensiones

Cuestionario: Spanish Big Five

+ Nueva Dimension

	Nombre	Abreviacion	Descripcion	Asignar Valor Preguntas	Eliminar
<input type="checkbox"/>	Extraversión	EXTRA	Dinámico, extravertido y dominante. Modificar		
<input type="checkbox"/>	Cordialidad	AGREA	Altruista, compresivo y tolerante.		
<input type="checkbox"/>	Responsabilidad	CONSC	Responsable, ordenando y diligente.		
<input type="checkbox"/>	Estabilidad emocional	NEURO	Equilibrado, tranquilo y paciente.		
<input type="checkbox"/>	Apertura a la experiencia	OPENN	Creativo, fantasioso e informado.		

<< < > >>
1
> >>

☰ Eliminar elementos seleccionados

- **Nueva Dimensión:** Permite agregar una nueva dimensión con sus datos respectivos.

Nombre *
Extraversión

Abreviación *
EXTRA

Descripción *
Dinámico, extrovertido y dominante.

Valor Base *
0

Dividir *
8


Valor base para el puntaje final en los resultados

Valor que divide el valor que da como resultado al realizar la sumatoria de valores de las preguntas

+ Agregar ✕ Cancelar

- **Modificar:** Permite modificar los datos de la dimensión seleccionada.
- **Asignar Valor Preguntas:** Permite asignar las preguntas a la dimensión y así mismo su valor.
- **Eliminar:** Permite eliminar la dimensión seleccionada.

Asignar Valor Preguntas

Al seleccionar la opción *Asignar Valor Preguntas*  se muestra la siguiente pantalla donde se podrá realizar alguna de las opciones indicadas:

Administración de Valor de Preguntas

Spanish Big Five - Extraversión

+ Nuevo Valor

<input type="checkbox"/>	Tipo Elegir	Reverso	Pregunta	Modificar	Eliminar
<input type="checkbox"/>	Positivo	NO	Es extrovertido, sociable		
<input type="checkbox"/>	Positivo	NO	Es buen hablador		
<input type="checkbox"/>	Positivo	NO	Es asertivo, no teme expresar lo que quiere		

12

Eliminar elementos seleccionados

- **Modificar:** Modifica los datos del valor de cada pregunta.

- **Eliminar:** Elimina el valor asignado a una pregunta.
- **Nuevo Valor:** Asigna una pregunta y su valor a la dimensión.

Tipo: **Negativo** — Define si el valor de la pregunta se suma o se resta.

Reverso: — Define si el valor se toma en un rango normal o reverso (Ej. El valor 5 en reverso seria 1)

Tiende a ser crítico: — Pregunta a la cual se asignara el valor

+ Agregar **✕ Cancelar**

Gestionar Usuarios

Al ingresar a la opción de *Gestionar Usuarios* se mostrara la siguiente pantalla donde se podrá seleccionar alguna de las opciones indicadas:

Administración de Usuarios

+ Nuevo Usuario **Subir Usuarios desde CSV**

	Usuario	Nombre	Email	Ro1	Cambiar Contraseña
<input type="checkbox"/>	admin			Administrador del Sistema	Modificar, Cambiar Contraseña, Eliminar
<input type="checkbox"/>	franco	Esteban Cordoba		Gestiona los Cuestionarios	Modificar, Cambiar Contraseña, Eliminar
<input type="checkbox"/>	guest	Invitado		Usuario del Sistema	Modificar, Cambiar Contraseña, Eliminar
<input type="checkbox"/>	usuario1	Usuario 1		Usuario del Sistema	Modificar, Cambiar Contraseña, Eliminar

Eliminar elementos seleccionados

- **Nuevo Usuario:** Permite crear un nuevo usuario con los datos requeridos.
- **Modificar:** Permite modificar un usuario.
- **Eliminar:** Permite eliminar un usuario.
- **Cambiar Contraseña:** Permite cambiar la contraseña de un usuario seleccionado.
- **Subir Usuarios desde CSV:** Permite subir varios usuarios por medio de un archivo CSV separado por comas (,) con el siguiente formato:

Tipo de Usuario

- 1. Administrador
- 2. Gestor
- 3. Usuario

user	user_type	pass	name	surname	email	phone
usu1	1	123	Administrador	CW	correo1@hotmail.com	730480
usu2	2	123	Gestor	1	correo2@gmail.com	731688
usu3	3	123	Usuario	1	correo3@hotmail.com	732876

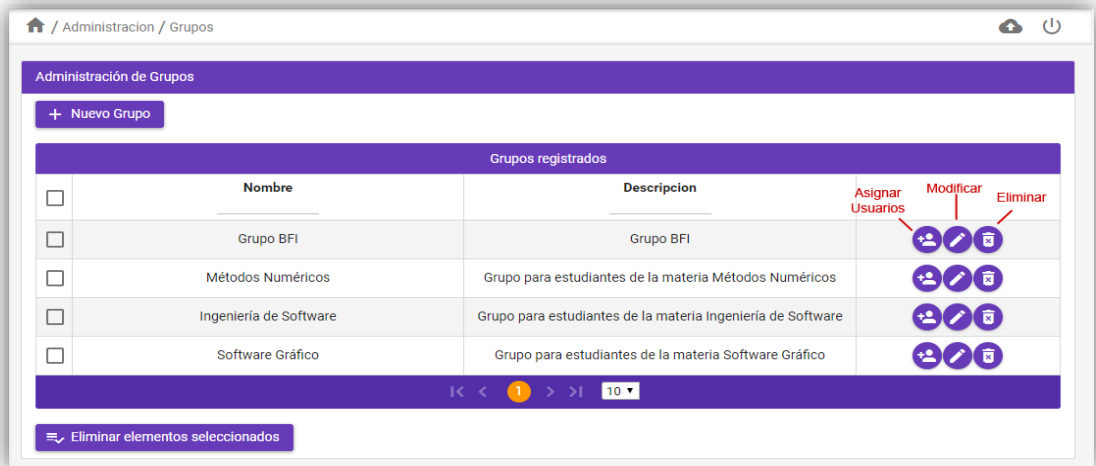
Encabezado por defecto (Debe ser exactamente igual)

Datos Obligatorios: user, user_type, pass

Datos Opcionales: name, surname, email, phone

Gestionar Grupos

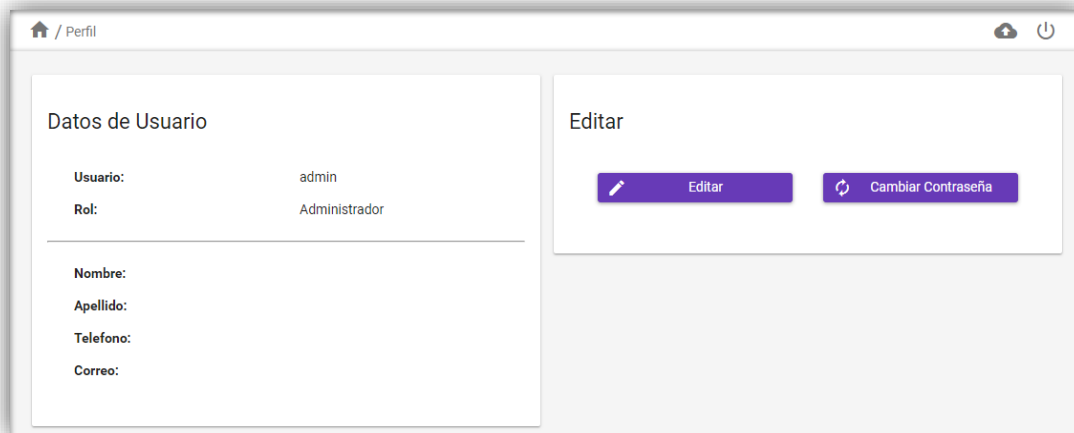
Al ingresar a la opción de *Gestionar Grupos* se mostrara la siguiente pantalla donde se podrá seleccionar alguna de las opciones indicadas:



- **Nuevo Grupo:** Permite agregar un nuevo grupo con los datos especificados.
- **Asignar Usuarios:** Permite asignar usuarios registrados al grupo seleccionado.
- **Modificar:** Permite modificar el grupo seleccionado.
- **Eliminar:** Permite eliminar el grupo seleccionado.

Perfil

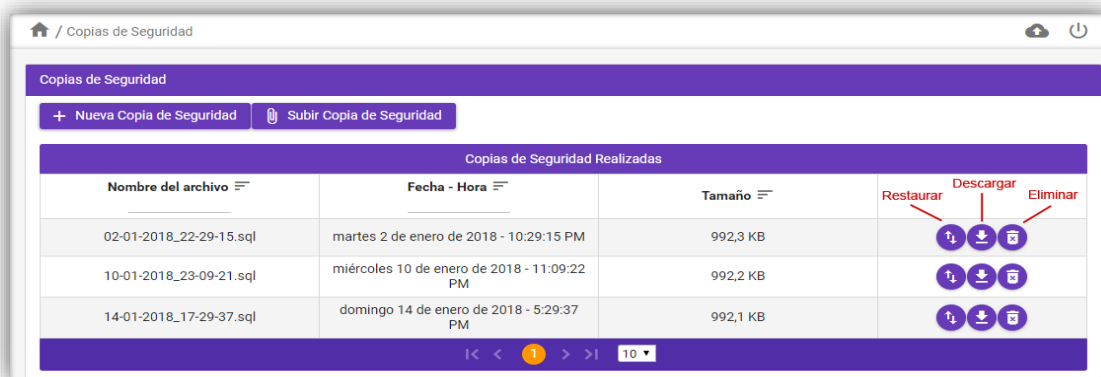
Al ingresar a la opción de *Perfil* en las *Opciones de Usuario* se mostrara la siguiente pantalla donde se podrá seleccionar alguna de las opciones indicadas:



- **Editar:** Esta opción permite editar los datos del perfil de usuario.
- **Cambiar Contraseña:** Permite cambiar la contraseña del usuario.

Copia de Seguridad


Al ingresar a la opción de *Backup* desde el icono  se mostrara la siguiente pantalla donde se podrá seleccionar alguna de las opciones indicadas:




- **Nueva Copia de Seguridad:** Realiza una copia de seguridad de la base de datos a la fecha.
- **Subir Copia de Seguridad:** Permite subir una copia de seguridad desde un archivo SQL.
- **Restaurar:** Permite restaurar una copia de seguridad realizada anteriormente.
- **Descargar:** Permite descargar la copia de seguridad seleccionada.
- **Eliminar:** Permite eliminar la copia de seguridad seleccionada.

11. Certificados de Registro a la DNDA

- CW - Teams

		MINISTERIO DEL INTERIOR DIRECCIÓN NACIONAL DE DERECHO DE AUTOR UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL OFICINA DE REGISTRO		Libro - Tomo - Partida 13-66-142
CERTIFICADO DE REGISTRO DE SOPORTE LOGICO - SOFTWARE			Fecha Registro 01-mar-2018	Página 1 de 2
1. DATOS DE LAS PERSONAS				
AUTOR				
Nombres y Apellidos	OSCAR REVELO SANCHEZ	No de identificación	11438636	
Nacional de	COLOMBIA	CC		
Dirección	MZ B C24 SAUCES LA CAROLINA	Ciudad:	PASTO	
AUTOR				
Nombres y Apellidos	ALEXANDER ALVARO BARÓN SALAZAR	No de identificación	12994330	
Nacional de	COLOMBIA	CC		
Dirección	CARRERA 33 # 3-95 MANZANA B CAS.	Ciudad:	PASTO	
AUTOR				
Nombres y Apellidos	FRANCO ESTEBAN CÓRDOBA PEREZ	No de identificación	1086362285	
Nacional de	COLOMBIA	CC		
Dirección	CS 14 BELLO HORIZONTE	Ciudad:	EL TAMBO	
PRODUCTOR				
Razón Social	UNIVERSIDAD DE NARIÑO	Nit	800118954-1	
Dirección	BRR CIUDAD UNIVERSITARIA TOROB	Ciudad:	PASTO	
2. DATOS DE LA OBRA				
Título Original	CW-TEAMS SOFTWARE PARA LA CONFORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO COLABORATIVO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS			
Año de Creación	2018	Pais de Origen	COLOMBIA	Año Edición
CLASE DE OBRA	INEDITA			
CARACTER DE LA OBRA	OBRA ORIGINARIA			
CARACTER DE LA OBRA	OBRA EN COLABORACION			
ELEMENTOS APORTADOS DE SOPORTE LOGICO	PROGRAMA DE COMPUTADOR			
ELEMENTOS APORTADOS DE SOPORTE LOGICO	DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA			
ELEMENTOS APORTADOS DE SOPORTE LOGICO	MATERIAL AUXILIAR			
3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA				
LA APLICACIÓN WEB CW-TEAMS, SE PRESENTA COMO UNA SOLUCIÓN INFORMÁTICA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO COLABORATIVO CREANDO ESTOS A PARTIR DE CIERTAS CARACTERÍSTICAS DE CADA INTEGRANTE, UTILIZANDO COMC TÉCNICA DE AGRUPAMIENTO Y DE OPTIMIZACIÓN LOS ALGORITMOS GENÉTICOS.				
4. OBSERVACIONES GENERALES DE LA OBRA				
5. DATOS DEL SOLICITANTE				
Nombres y Apellidos	FRANCO ESTEBAN CÓRDOBA PEREZ	No de identificación	1086362285	
Nacional de	COLOMBIA	Medio Radicación	REGISTRO EN LINEA	
Dirección	CS 14 BELLO HORIZONTE	Ciudad	EL TAMBO	
Correo electrónico	FRANCO12594@GMAIL.COM	Teléfono	3116318084	
En representación de	EN NOMBRE PROPIO	Radicación de entrada	1-2018-13927	

- **BF - Manager**

		MINISTERIO DEL INTERIOR DIRECCION NACIONAL DE DERECHO DE AUTOR UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL OFICINA DE REGISTRO		Libro - Tomo - Partida 13-66-141
CERTIFICADO DE REGISTRO DE SOPORTE LOGICO - SOFTWARE			Fecha Registro 01-mar-2018	
Página 1 de 2				
1. DATOS DE LAS PERSONAS				
AUTOR				
Nombres y Apellidos	OSCAR REVELO SANCHEZ	No de identificación	11438636	
Nacional de	COLOMBIA	CC		
Dirección	MZ B C24 SAUCES LA CAROLINA	Ciudad:	PASTO	
AUTOR				
Nombres y Apellidos	ALEXANDER ALVARO BARÓN SALAZAR	No de identificación	12994330	
Nacional de	COLOMBIA	CC		
Dirección	CARRERA 33 # 3-95 MANZANA B CAS.	Ciudad:	PASTO	
AUTOR				
Nombres y Apellidos	FRANCO ESTEBAN CÓRDOBA PEREZ	No de identificación	1086362285	
Nacional de	COLOMBIA	CC		
Dirección	CS 14 BELLO HORIZONTE	Ciudad:	EL TAMBO	
PRODUCTOR				
Razón Social	UNIVERSIDAD DE NARIÑO	Nit	800118954-1	
Dirección	BRR CIUDAD UNIVERSITARIA TOROB	Ciudad:	PASTO	
2. DATOS DE LA OBRA				
Título Original	BF-MANAGER SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE CUESTIONARIOS TIPO BIG FIVE			
Año de Creación	2018	Pais de Origen	COLOMBIA	Año Edición
CLASE DE OBRA	INEDITA			
CARACTER DE LA OBRA	OBRA DERIVADA			
CARACTER DE LA OBRA	OBRA EN COLABORACION			
ELEMENTOS APORTADOS DE SOPORTE LOGICO	PROGRAMA DE COMPUTADOR			
ELEMENTOS APORTADOS DE SOPORTE LOGICO	DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA			
ELEMENTOS APORTADOS DE SOPORTE LOGICO	MATERIAL AUXILIAR			
3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA				
LA APLICACIÓN WEB BF-MANAGER, SE PRESENTA COMO UNA SOLUCIÓN INFORMÁTICA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE CUESTIONARIOS, ESPECIALMENTE CUESTIONARIOS DE TIPO BIG FIVE QUE EN PSICOLOGÍA ES UN TEST DE PERSONALIDAD DONDE SE HACE UNA VALORACIÓN A ALGUNAS DIMENSIONES DE LA PERSONALIDAD DEL EVALUADO.				
4. OBSERVACIONES GENERALES DE LA OBRA				
5. DATOS DEL SOLICITANTE				
Nombres y Apellidos	FRANCO ESTEBAN CÓRDOBA PEREZ	No de Identificación	1086362285	
Nacional de	COLOMBIA	Medio Radicación	REGISTRO EN LINEA	
Dirección	CS 14 BELLO HORIZONTE	Ciudad	EL TAMBO	
Correo electrónico	FRANCO12594@GMAIL.COM	Teléfono	3116318084	
En representación de	EN NOMBRE PROPIO	Radicación de entrada	1-2018-13572	

12. Artículo Presentado en CAEPIA 2018

La importancia de un aplicativo web como ayuda para la conformación de grupos de trabajo colaborativo

Franco Esteban Córdoba Pérez
Universidad de Nariño
San Juan de Pasto, Colombia
franco12594@udenar.edu.co

Oscar Revelo Sánchez
Universidad de Nariño
San Juan de Pasto, Colombia
orevelo@udenar.edu.co

Alexander Barón Salazar
Universidad de Nariño
San Juan de Pasto, Colombia
abaron_98@udenar.edu.co

Resumen– En este artículo se describe la importancia que tiene una herramienta web como ayuda en la conformación de grupos de trabajo colaborativo donde se busca que estos sean de igual tamaño y equitativos respecto a más de un atributo, siendo este un paso importante y complejo para diseñar actividades eficaces de trabajo colaborativo. Dando paso a una solución sistematizada debido a que la búsqueda exhaustiva no siempre será conveniente debido a la explosión combinatoria que puede presentarse, se propone una herramienta basada en algoritmos genéticos donde intervienen los diferentes tipos de operadores genéticos para el proceso de selección hasta dar con una solución satisfactoria.

Palabras clave-- Herramienta web, agrupamiento, trabajo colaborativo, algoritmos genéticos.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad y la mejora continua son los pilares fundamentales en el progreso de diferentes áreas, como lo pueden ser las áreas laborales o de educación. Debido a esto se deben buscar nuevas estrategias para la mejora, una de estas es el trabajo colaborativo que se define como una estrategia de cooperación y aprendizaje en grupos de trabajo, en donde se organizan pequeños grupos en los que cada miembro tiene objetivos en común que han sido establecidos previamente y sobre los cuales se realizará el trabajo, en oposición al trabajo individual y competitivo de partes separadas de miembros.

La formación de grupos es un paso importante y complejo para diseñar actividades eficaces de trabajo colaborativo. A través de la selección adecuada de los individuos a un grupo, es posible crear ambientes que favorezcan la aparición de interacciones significativas, y, por lo tanto, aumentar el aprendizaje sólido, el crecimiento intelectual y la correcta elaboración de una labor.

Debido a que el trabajo colaborativo puede ser usado en diferentes ámbitos existen diferentes tipos y cantidad de características que pueden ser evaluadas para la conformación de grupos como lo pueden ser habilidades laborales, estilos de aprendizaje, calificaciones, rasgos de personalidad, y así sucesivamente, debido a esto existirán muchas combinaciones para formar grupos dando lugar a espacios de búsqueda muy grandes por lo que no se podría formar grupos mediante técnicas determinísticas. Para la solución de este tipo de problemas destacan los Algoritmos Evolutivos que han demostrado ser especialmente adecuados para problemas combinatorios y dentro de estos los Algoritmos Genéticos los cuales simulan en un computador el proceso de selección del “más apto” obteniendo así la población más óptima según los criterios de selección.

En el presente artículo se presenta una investigación que busca mostrar la importancia de una herramienta de agrupamiento para la conformación de grupos de trabajo colaborativo, basándose en diferentes características de los integrantes para poder conformar grupos heterogéneos utilizando como técnica de agrupamiento y de optimización los algoritmos genéticos. El resto del artículo está dividido de la siguiente forma: En la siguiente sección se aborda el marco teórico donde se hablara del trabajo colaborativo, algoritmos genéticos y antecedentes que tienen relación con la investigación. En la sección posterior se describe el modelo propuesto para la conformación de grupos y la herramienta de agrupamiento desarrollada aplicando este modelo. Luego se da a conocer los resultados obtenidos mediante varias pruebas. Finalmente se presentan las conclusiones.

II. MARCO TEÓRICO

A. Trabajo Colaborativo

El trabajo colaborativo se define como aquellos procesos intencionales de un grupo para alcanzar objetivos específicos, siendo una metodología de enseñanza y de realización de la actividad laboral basada en la creencia que el aprendizaje y la actividad laboral se incrementa cuando se desarrollan destrezas cooperativas para aprender y solucionar los problemas y acciones en las cuales los individuos se ven inmersos. [1] Este combina el trabajo individual dentro de un grupo de trabajo para lograr un objetivo común, en condiciones en las que todos los miembros deben cooperar en la realización de una tarea, con lo cual cada individuo y miembro es responsable por el resultado absoluto beneficiando a todos los miembros del grupo. Este permite alcanzar metas gracias al trabajo en conjunto de todos sus integrantes reduciendo así la carga del trabajo individual y mejorando diferentes habilidades grupales e individuales.

El trabajo colaborativo se caracteriza por la igualdad que debe tener cada individuo en el proceso de aprendizaje, la conexión, profundidad y bidireccionalidad de la experiencia, siendo ésta una variable en función del nivel de competitividad existente, la distribución de responsabilidades, la planificación conjunta y el intercambio de roles. [2]

La principal importancia del trabajo colaborativo se describe como: “cada participante asume su propio ritmo y potencialidades, impregnando la actividad de autonomía, pero cada uno comprende la necesidad de aportar lo mejor de sí al grupo para lograr un resultado sinérgico, al que ninguno accedería por sus propios medios; se logra así una relación de interdependencia que favorece los procesos individuales de crecimiento y desarrollo, las relaciones interpersonales y la productividad”. [3]

El trabajo colaborativo implica una cooperación que es muy útil para sus integrantes según el constructivismo social, el cual afirma que las personas activamente construyen conocimiento mientras interactúan con su ambiente ya que trabajan conjuntamente para agilizar la formación de algún tema en específico, generando una comunidad de aprendizaje dado el hecho de que se está realizando una tarea en compañía, facilitado por la interacción social, la interacción entre pares, la cooperación y la evaluación. También se debe tener en cuenta que en el trabajo colaborativo se constituyen grupos según criterios de heterogeneidad respecto tanto a características personales como de habilidades y competencias de sus miembros, lo cual propicia la complementariedad. [4]

En muchas organizaciones, la razón de su éxito es el trabajo en grupo efectivo pero generalmente los grupos que forman sin consideraciones cuidadosas (es decir,

aleatoriamente) a menudo esto causa problemas tales como la participación desproporcionada de individuos, desmotivación y resistencia al trabajo en grupo en las actividades futuras.

Se debe tener en cuenta que al formar varios grupos de trabajo estos deben ser totalmente equitativos ya que de lo contrario se generara desigualdad en cuanto a rendimiento de ciertos grupos frente a otros, de esta manera afectando su avance en el tema que se esté tratando y la desigualdad de oportunidades. En otras palabras el objetivo del trabajo colaborativo es crear grupos que sean lo más similares entre sí, pero que al interior de cada uno de ellos se potencie las diferencias individuales de los integrantes que los conforman. Permitiendo así obtener logros globales que son similares entre sí.

A través del proceso de selección de las personas a participar en un grupo, se puede analizar y combinar características tales como antecedentes culturales, conocimientos, habilidades, estilos de aprendizaje, las funciones, objetivos, intereses, las calificaciones, la disponibilidad para reuniones, y así sucesivamente.

B. Algoritmos Genéticos

La computación evolutiva reúne a todos aquellos métodos de optimización inspirados en la teoría darwiniana de la evolución de las especies. Existe una gran variedad de modelos de computación evolutiva, los cuales han sido propuestos y estudiados en las últimas décadas. Desde el punto de vista de la algoritmia, los algoritmos evolutivos son algoritmos probabilistas, es decir, toman decisiones basándose en una distribución de probabilidad y, por tanto, el mismo algoritmo puede obtener distintos resultados para ejecuciones diferentes sobre los mismos datos. [5]

Los algoritmos evolutivos permiten encontrar buenas soluciones en tiempos razonables. La computación evolutiva se inspira en la teoría de la evolución de los seres vivos, retomando los conceptos de selección natural y genética. Estos algoritmos permiten abordar problemas complejos que surgen en las ingenierías y los campos científicos: problemas de planificación de tareas, horarios, tráfico aéreo y ferroviario, búsqueda de caminos óptimos, optimización de funciones, etc. [6]

Una debilidad de estos es que algunas veces se puede encontrar la solución de manera muy rápida en otros casos se tardan mucho en encontrarse o incluso nunca convergen en un resultado. De todos modos, tiene otro gran número de ventajas como la diversidad en su aplicación, poder trabajar sobre múltiples soluciones, la eficiencia en el cálculo de una solución objetivo y su fácil ejecución. [7]

Dentro de los algoritmos evolutivos encontramos los algoritmos genéticos los cuales tienen un esquema general con las siguientes propiedades:

- Procesan simultáneamente, trabajan representaciones de posibles soluciones al problema, denominadas individuos.
- La estructura de la población cambia a medida que pasan las iteraciones del algoritmo, denominadas generaciones.
- Para cada generación se realiza un proceso de selección según una función de aptitud, evaluando la probabilidad de que cada individuo permanezca en la población y participe en las operaciones de reproducción (cruce y mutación).

C. Antecedentes

Expertos en el tema del trabajo colaborativo consideran que la conformación de grupos se debe hacer de forma independiente por los miembros de los mismos, lo cual no siempre produce buenos resultados. Debido a esto los estudios se centran principalmente en la interacción o correcto funcionamiento del trabajo colaborativo pero se deja a un lado la conformación de grupos para este. Sin embargo existen trabajos relacionados con el tema.

Por ejemplo FROG (FORMING REASONABLY OPTIMAL GROUPS) que es un trabajo de Investigación realizado en la Universidad de Toronto (Canadá) en el cual se plantea que existen herramientas para facilitar el proceso de conformación de grupos definiendo un modelo matemático para la formación de estos. Se muestra el proceso de implementación de un optimizador que utiliza un algoritmo evolutivo para crear grupos de acuerdo con los criterios del instructor. [8]

También se encuentra el trabajo de investigación “A Group Formation Tool for e-Learning Environments” realizado en la Universidad del Pireo (Grecia) donde se presenta una herramienta para formación de grupos basada en la web, apoyando al instructor para crear grupos homogéneos y heterogéneos basándose hasta en tres criterios para gestionar el agrupamiento. [9]

III. PROCESO DE DESARROLLO

A. Modelo Propuesto

El agrupamiento de elementos es un problema combinatorio general que consiste en la repartición de un total de elementos entre un número definido de grupos, generalmente del mismo tamaño, de tal manera que se satisfaga una cierta condición. Aunque a primera vista parezca simple, la complejidad de este problema se focaliza principalmente en dos aspectos. El primero se refiere a la condición que debe ser satisfecha, la cual en el caso más

común se trata de obtener grupos “equitativos” u homogéneos considerando una cierta medida de valor para cada elemento. [10]

En muchas organizaciones, los principales proyectos o trabajos se llevan a cabo en grupos de trabajo. Desafortunadamente, no existe un método claro que pueda abordar los pasos para elegir el grupo adecuado. El problema está, en este caso, en la formación óptima de grupos es la explosión combinatoria que se generaría debido al número total de individuos y los grupos a formar, siendo este el segundo aspecto a tener en cuenta. De una manera general el número posible de combinaciones que se podría obtener al desear formar q grupos, con un número total de individuos p ($q \leq p$) considerando relevante el ordenamiento de los grupos está dado por la fórmula de combinatoria (1).

$$\binom{p}{q} = \frac{p!}{(p-q)!q!} \quad (1)$$

Por ejemplo al repartir 50 individuos en grupos de 5, el valor será de 2.118.760 posibles combinaciones diferentes de grupos, resaltando así que la búsqueda exhaustiva no es la mejor solución en muchos casos. En estos casos los algoritmos meta heurísticos son una buena alternativa debido a que al utilizarlos se podría llegar a una solución satisfactoria aunque no se puede garantizar el hallar una solución óptima, empleando para ello un esfuerzo de cómputo mucho menor. Entre estos algoritmos se pueden encontrar: algoritmo de recocido simulado, búsqueda local, búsqueda tabú, algoritmo de la colonia de hormigas, algoritmos genéticos, siendo este último el cual se ha seleccionado como objeto de estudio para el presente trabajo.

En el modelo propuesto como ya se ha mencionado se busca encontrar grupos similares entre sí, pero respetando la heterogeneidad de la totalidad de los miembros contrastando diferentes características como pueden ser rasgos de personalidad, calificaciones, edad, experiencia, etc.

Una vez obtenidos los datos, si existe un caso donde las características estén definidas de una forma categórica se debe discretizar numéricamente. Por ejemplo los valores “alto”, “medio” y “bajo” se podrían cambiar por 1, 2 y 3 respectivamente. Luego se deben estandarizar los valores medidos en diferentes escalas a una escala en común para que no se presenten complicaciones en el cálculo de la función objetivo. Para facilitar esto se aplica la normalización basada en la unidad mostrado en la fórmula (2).

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (2)$$

Donde X_{max} y X_{min} son el valor máximo y mínimo de la característica correspondiente. Al obtener y organizar las características deseadas para formar los grupos se procede a conformar lo grupos mediante algoritmos genéticos, primero obteniendo el promedio total para cada característica de los m miembros siendo este el objetivo a lograr, buscando que cada uno de los grupos formados se asemejen lo más posible a este promedio. Es decir, si el promedio de una característica es 0,54 entonces cada uno de los grupos formados debería acercarse a ese promedio. En la Figura 1 se muestra un ejemplo donde se tienen 6 miembros, 5 características medidas y se desean formar 3 grupos, se puede evidenciar que cada grupo generado es relativamente similar al promedio.

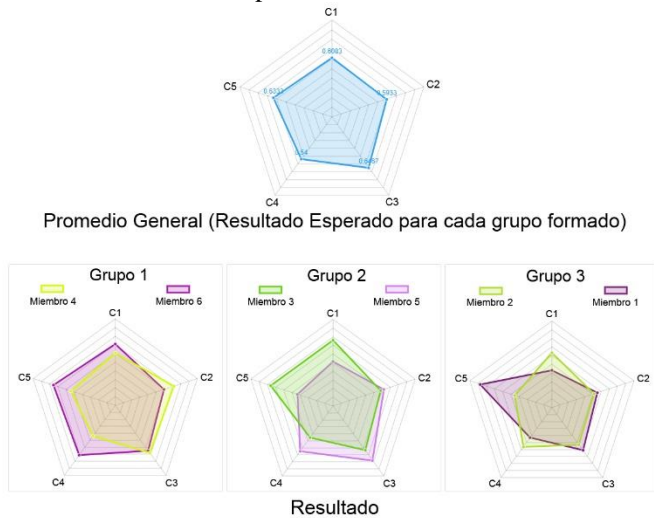


Figura 43. Resultado esperado por el algoritmo propuesto.

Lo siguiente es generar aleatoriamente una población inicial de individuos, entendiendo individuos como una posible solución al problema, teniendo en cuenta que el número de grupos a formar está dado por el número de individuos n y el número de integrantes que se desea tener en cada grupo g , así cada grupo tendrá n/g miembros sin repetición alguna. En dado caso que falten miembros para formar un grupo, se generaran miembros falsos, adoptando el promedio total de cada una de las características de la población total para que estos afecten en un bajo grado el proceso. Así por ejemplo si se desea formar grupos donde cada uno tenga 3 miembros de un total de 30 miembros, se formarían 10 grupos.

Una vez se genera la población inicial se procede a calcular el promedio de cada característica C de cada grupo

g de cada individuo i , posteriormente se calcula la sumatoria de las diferencias al cuadrado del promedio de cada característica de cada grupo del individuo y el promedio calculado anteriormente para cada individuo, usando la ecuación (3).

$$D^i = \sum_{g=1}^G \left[(\bar{C}_1 - \bar{X}_{g,1}^i)^2 + (\bar{C}_2 - \bar{X}_{g,2}^i)^2 + \dots + (\bar{C}_m - \bar{X}_{g,m}^i)^2 \right] \quad (3)$$

Entre menor sea este valor (mínimo 0) más similar serán cada uno de los grupos del individuo con respecto al promedio del total de miembros, siendo este valor de la media de aptitud.

Una vez realizado esto se puede llevar a cabo cada uno de los operados genéticos de un algoritmo genético selección, cruce y mutación, hasta que se alcance la media de aptitud deseada. En el primero se seleccionan los individuos “más aptos”, es decir con mejor media de aptitud para que luego sean clonados (bajo el principio de supervivencia del más fuerte), el segundo consiste en generar “hijos” a partir de los individuos seleccionados. Combinando los genes (miembros) de dos padres diferentes de alguna manera, teniendo en cuenta en no repetir el mismo miembro en diferentes grupos. El último consiste en cambiar de manera aleatoria de uno o más cromosomas de los individuos dando paso así a una nueva generación (bajo el principio que dichos cambios pueden ser favorables). Los individuos a mutar, al igual que los cromosomas que mutan son seleccionados de manera probabilística.

El proceso continúa así hasta alcanzar la media de aptitud deseada o que pasen un número de generaciones deseadas esperando que cada vez se encuentren individuos mejores. Generalmente en trabajos donde se utilizan algoritmos genéticos, la estructura de datos que se emplea para representar un individuo es un vector donde cada posición corresponde un gen de la posible solución. En el modelo propuesto se plantea utilizar una matriz, donde el número de filas corresponde al número de grupos deseado g y el número de columnas corresponde al tamaño máximo de cada grupo n/g . Así cada gen que compone el cromosoma contiene el identificador de un miembro, y su posición dentro de la matriz define el grupo al que pertenecería. Por ejemplo, si se tiene un total de 20 miembros y se desea formar 4 grupos, cada uno tendría exactamente 5 miembros. En este caso un posible individuo, si los miembros son numerados consecutivamente, podría ser como el que se presenta en la Tabla 1.

Tabla 62. Representación de un individuo.

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

B. Herramienta Desarrollada

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente se realizó el desarrollo de un sistema de agrupamiento integrado en un aplicativo web modular de código abierto, esta herramienta puede ser útil para personas interesadas en desarrollar actividades colaborativas en sus espacios académicos o laborales utilizando el sistema de agrupamiento para el apoyo a la conformación de grupos de trabajo colaborativo.

Dicha aplicación ha sido nombrada como “CW-TEAMS: Software para la conformación de grupos de trabajo colaborativo basado en algoritmos genéticos” la cual se presenta como una solución informática para la administración de grupos de trabajo colaborativo creando estos a partir de ciertas características de cada integrante, utilizando como técnica de agrupamiento y de optimización los algoritmos genéticos.

Primero se debe subir un archivo de texto con los datos necesarios para formar los grupos con un formato dado en la herramienta (Figura 2). Luego se podrá cambiar algunos parámetros como el título y descripción, así como también escoger que miembros serán los utilizados para conformar los grupos.

```

group_name=Grupo de Prueba
group_description=Grupo de Prueba del Algoritmo Genetico
characteristics_number=5
Extraversión;0;1
Cordialidad;0;1
Responsabilidad;0;1
Estabilidad emocional;0;1
Apertura a la experiencia;0;1
members_number=6
available_name=true
1;MIEMBRO 1;0.3125;0.5833;0.6389;0.375;0.675
3;MIEMBRO 3;0.5312;0.6389;0.4167;0.375;0.725
6;MIEMBRO 6;0.875;0.6389;0.6111;0.4375;0.95
2;MIEMBRO 2;0.5312;0.6944;0.5278;0.3125;0.925
4;MIEMBRO 4;0.4688;0.5556;0.6389;0.5;0.8
5;MIEMBRO 5;0.75;0.6111;0.2778;0.375;0.75

```

Diagrama de anotaciones:

- Nombre del grupo: group_name=Grupo de Prueba
- Descripción del grupo: group_description=Grupo de Prueba del Algoritmo Genetico
- Numero de Características de los miembros: characteristics_number=5
- Datos de las características: Extraversión;0;1, Cordialidad;0;1, Responsabilidad;0;1, Estabilidad emocional;0;1, Apertura a la experiencia;0;1
- Numero de miembros: members_number=6
- El nombre de cada miembro esta dentro de los parametros: available_name=true
- Datos de los miembros: 1;MIEMBRO 1;0.3125;0.5833;0.6389;0.375;0.675, 3;MIEMBRO 3;0.5312;0.6389;0.4167;0.375;0.725, 6;MIEMBRO 6;0.875;0.6389;0.6111;0.4375;0.95, 2;MIEMBRO 2;0.5312;0.6944;0.5278;0.3125;0.925, 4;MIEMBRO 4;0.4688;0.5556;0.6389;0.5;0.8, 5;MIEMBRO 5;0.75;0.6111;0.2778;0.375;0.75

Figura 44. Formato de archivo de texto para subir a la herramienta.

Seguidamente se asignaran los parámetros para la ejecución del algoritmo genético como lo son el número de miembros por grupo, número de generaciones, media de aptitud, porcentaje de selección, y las probabilidades de mutación de individuos y genes (Figura 3). Luego de verificar los datos el aplicativo arrojará los resultados con un formato similar al mostrado en la Figura 1, también permitiendo visualizar el tiempo de generación y parámetros, volver a generar los resultados o descargar estos.

Subir Archivo	Miembros	Parametros	Confirmación
Numero de Miembros por Grupo	Numero de Individuos		
4	80		
Numero de Características	Numero de Generaciones		
5	1.000		
Media de Aptitud	Porcentaje de Selección		
0,01	40%		
Probabilidad Mutación Individuos	Probabilidad Mutación Genes		
20%	15%		
Anterior		Siguiente	

Figura 45. Ventana de asignación de parámetros de la herramienta.

El código fuente de la herramienta desarrollada se encuentra en un repositorio de GitHub, donde también se encuentra un manual de usuario (<https://github.com/francoecp/cwteams>).

IV. RESULTADOS

Para probar la eficiencia de la herramienta desarrollada y por consiguiente del algoritmo planteado se realizaron algunas pruebas con datos simulados y reales, 3 de las cuales se presentaran a continuación, estas fueron realizadas con datos reales de estudiantes de la Universidad de donde proceden los autores, en tres diferentes asignaturas, cada estudiante realizó un test de personalidad denominado Big Five [11] el cual mide lo que muchos psicólogos consideran ser las cinco dimensiones fundamentales de personalidad para así obtener las características necesarias para la conformación de grupos, para cada uno de las asignaturas se procedió a crear el archivo necesario para cargarlo a la herramienta.

Para cada prueba se utilizó una asignatura diferente, por consiguiente y favorablemente el total de estudiantes de cada asignatura difiere, con antelación se hicieron diferentes ejecuciones del algoritmo variando sus parámetros, una vez obtenidos resultados estables estos se tomaron para su asignación en las pruebas. Las pruebas fueron realizadas en un computador con un procesador Intel Core i5 de 2,2 GHz y 8 GB de RAM. Los datos, asignaciones y resultados se muestran en la Figura 4.

No. Prueba	Asignatura	Total de estudiantes	Numero deseado de estudiantes por grupo	Total de posibles combinaciones	Numero de individuos iniciales	Numero de generaciones	Media de aptitud deseada	Porcentaje de selección (%)	Probabilidad de Mutación de cada individuo (%)	Probabilidad de mutación para los genes de cada cromosoma (grupo) (%)	Tiempo de ejecución del algoritmo (segundos)	Media de aptitud obtenida por el mejor individuo
1	Software Gráfico	24	3	2024	100	800	0,02	30	15	15	0,9704	0,0249
2	Métodos Numéricos	48	3	17296	80	900	0,01	20	10	10	1,1343	0,0432
3	Ingeniería de Software	22	4	7315	90	1000	0,03	40	20	20	0,6652	0,0041

Figura 46. Resultados de las pruebas.

Analizando los datos se infiere que el proceso es muy rápido y los valores de la media de aptitud son muy cercanos al deseado. Esto demuestra la efectividad y viabilidad de la herramienta desarrollada para crear grupos equitativos, la cual utiliza un método heurístico de búsqueda que no garantiza el valor óptimo pero si un valor muy cercano a pesar de su baja demanda de recursos y tiempo de generación.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Considerando el problema principal, donde se desea obtener grupos homogéneos a partir de un conjunto de elementos con varios atributos, es difícil de resolver por métodos analíticos o de búsqueda exhaustiva debido a la explosión combinatoria que puede llegar a presentarse dependiendo del número de elementos y de grupos, se demuestra que una herramienta computacional es de vital importancia para la formación de estos grupos de manera rápida y eficiente.

Con los resultados que se obtuvieron gracias a las pruebas realizadas se pudo comprobar la utilidad del método implementado en la herramienta web ya que logra obtener grupos bastante homogéneos (considerando la medida de aptitud que se escoja), incluso cuando el número de combinaciones posibles es muy elevado, sin que esto implique un elevado tiempo de cómputo.

Por otra parte, a pesar de que la formación del grupo se dice que jugar un papel crítico en términos de mejorar el éxito del trabajo colaborativo y por lo tanto aumentar el progreso de aprendizaje o de la realización de una labor, se observa que hay poca investigación que se ocupa de la formación de grupos de una manera heterogénea. [9-10] Los métodos basados en computación para ayudar en el

proceso de formación de grupo no se han explorado completamente, a pesar de la popularidad de las herramientas basadas en la web para apoyar el trabajo colaborativo, los desarrolladores se centran principalmente en la interacción de colaboración para hacer frente a las técnicas de intercambio de información y recursos entre los miembros.

En el futuro, el resultado del algoritmo implementado se compara con otros algoritmos y métodos de optimización. Finalmente, se plantea incorporar en la herramienta un módulo para la gestión de cuestionarios donde primeramente se presentaran diferentes test de personalidad para obtener los datos necesarios (características) que son de utilidad para la conformación de grupos.

REFERENCIAS

- E. E. Silva Beltrán y I. Morales Hernández, "Autonomía Y Trabajo Colaborativo", *XII Congreso Internacional De Teoría De La Educación*, 2011.
- M. E. Calzadilla, Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 29, n. 9 1, pp. 1-10, ene. 2002.
- B. C. Castro, La interrelación cognitiva entre alumno y docente, *Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico UJAT*, pp. 11-16, 2006.
- C. L. Fraile, Hacia una comprensión del aprendizaje cooperativo. *Revista de Psicodidáctica*, pp. 59-76, 1997.
- I. R. Fernandez, Aprendizaje Evolutivo De Reglas Para Agrupamiento Jerárquico De Datos En Robótica Móvil, *PhD thesis, Universidad De Santiago De Compostela*, 2016.
- C. C. Lourdes Araujo, Algoritmos Evolutivos Un Enfoque Práctico, *RA-MA Editorial*, 2009.
- S. G. J. M. Andrés F. Deleon, Uso de tests de aptitud y algoritmos genéticos para la conformación de grupos en ambientes colaborativos de aprendizaje, *Avances en Sistemas e Informática*, pp. 165-172, 2009.
- D. H. F. P. Michelle Craig. Forming Reasonably Optimal Groups (FROG), *Proceedings of the 16th ACM international conference on Supporting group work*, pp. 141-150, 2010.
- K. A. P. Christos E. Christodoulopoulos. A Group Formation Tool for e-Learning Environments, *Proceedings of IEEE Conference on Tools with Artificial Intelligence*, pp. 117-123, 2010.
- J. C. R. Y. F. C. Julián Moreno, Agrupamiento Homogéneo De Elementos Con Múltiples Atributos Mediante Algoritmos Genéticos. *DYNA*, 2009.
- O. E. J. Verónica Benet-Martínez. Los Cinco Grandes Across Cultures and Ethnic Groups: Multitrait Multimethod Analyses of the Big Five in Spanish and English. *Journal of Personality and Social Psychology*, pp. 729-750, 1998.

13. Resumen Presentado en CACIED 2017

Conformación de grupos de trabajo colaborativo mediante algoritmos genéticos

La calidad y la mejora continua son los pilares fundamentales en el progreso de diferentes áreas, como lo pueden ser las áreas laborales o de educación. Debido a esto se deben buscar nuevas estrategias para la mejora, una de estas es el trabajo colaborativo que se define como una estrategia de cooperación y aprendizaje, en donde se organizan pequeños grupos en los que cada miembro tiene objetivos en común que han sido establecidos previamente y sobre los cuales se realizará el trabajo.

En la presente investigación se plantea el desarrollo de un sistema de agrupamiento integrado en un aplicativo web modular, el cual se basará en las habilidades de cada integrante para poder conformar grupos de trabajo colaborativo heterogéneos. Estas habilidades son evaluadas mediante test de aptitud incorporados en dicho aplicativo mediante un gestor de test, y utilizando como técnica de agrupamiento y de optimización algoritmos genéticos debido a la explosión combinatoria que resultara al momento de realizar la búsqueda y obtención de dichos grupos.

Se resalta que el gestor de test resultara ser una herramienta muy útil para cualquier área que utilice test para sus procesos. Frente a lo ya mencionado anteriormente se destaca la interdisciplinariedad de la investigación, en donde se trabajan elementos de psicología organizacional, inteligencia artificial e ingeniería de software aportando en la construcción de conocimiento íntegro y el hallazgo de una solución a una dificultad desde diferentes perspectivas.

Palabras clave: Algoritmos Genéticos, Conformación de Grupos, Optimización Multiobjetivo, Test de Aptitudes, Trabajo Colaborativo.

14. Acuerdo de Aprobación VIPRI



Universidad de Nariño
**VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES,
POSTGRADOS Y RELACIONES INTERNACIONALES**

ACUERDO N° 152
septiembre 19 de 2017

Por el cual se aprueba un Proyecto de Investigación para su ejecución y financiación

EL COMITÉ DE INVESTIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO
En uso de sus atribuciones estatutarias y reglamentarias y

CONSIDERANDO:

Que el estudiante FRANCO ESTEBAN CORDOBA PEREZ, adscrito al departamento de Sistemas, presentó el proyecto "CW-TEAMS: SOFTWARE PARA LA CONFORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO COLABORATIVO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS ", registrado con código 1368, en la CONVOCATORIA DE INVESTIGACIÓN ESTUDIANTIL Y CONCURSO DE TRABAJOS DE GRADO 2017.

Que en el mencionado proyecto, será asesorado por el profesor Oscar Revelo Sanchez y Alexander Barón Salazar y , adscrito al departamento de Sistemas de la Universidad de Nariño

Que el proyecto cumple con los requisitos establecidos en el Acuerdo # 051 de 17/04/2017, emanado de este organismo, para su aprobación y se registrará bajo el mencionado acuerdo para su desarrollo.

Que el proyecto de investigación tendrá una duración de 12 meses.

Que para desarrollar el proyecto es necesario asignar recursos del Sistema de Investigaciones por valor de SIETE MILLONES TRESCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL CIENTO SETENTA PESOS MDA. CTE. (\$ 7.377.170), los cuales están respaldados con el certificado de disponibilidad presupuestal 5163-1 de 19/09/2017.

ACUERDA:

- ARTICULO 1°.-** Aprobar el proyecto de investigación "CW-TEAMS: SOFTWARE PARA LA CONFORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO COLABORATIVO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS "a el estudiante FRANCO ESTEBAN CORDOBA PEREZ, adscrito al(los) Departamento(o) de Sistemas el cual tendrá una duración de 12 meses.
- ARTICULO 2°.-** El proyecto de investigación estará asesorado por el profesor Oscar Revelo Sanchez y Alexander Barón Salazar y , adscrito al departamento de Sistemas de la Universidad de Nariño
- ARTICULO 3°.-** Adjudicar recursos por valor de SIETE MILLONES TRESCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL CIENTO SETENTA PESOS MDA. CTE. (\$ 7.377.170), del rubro correspondiente a investigación estudiantil y trabajos de grado, según certificado de disponibilidad presupuestal # 5163-1 de 19/09/2017. para garantizar el desarrollo del proyecto.
- ARTICULO 4°.-** Los estudiantes deberán suscribir una póliza de cumplimiento, para el manejo de los recursos económicos, la cual debe tener una vigencia igual al tiempo establecido para el desarrollo del proyecto más un periodo adicional de dos (2) meses.
- El desarrollo del proyecto se registrará de acuerdo con lo establecido en el Acuerdo # 051 de 17/04/2017, emanado de este organismo y la ejecución de los recursos se sujetará al presupuesto presentado en el proyecto, cumpliendo con las normas fiscales nacionales e institucionales establecidas para el manejo de dineros públicos. Los avances y el plazo para la legalización de los mismos serán autorizados mediante resolución emitida por el Vicerrector de Investigaciones, Postgrados y Relaciones Internacionales.
- ARTICULO 5°.-** Parágrafo 1: Los avances y el plazo para la legalización de los mismos será autorizado mediante resolución emitida por el Vicerrector de Investigaciones, Postgrados y Relaciones Internacionales.
- Parágrafo 2: El primer desembolso debe solicitarse en un periodo máximo de 15 días a partir de la fecha del presente Acuerdo, de lo contrario se asume que el proyecto no se desarrollará.



Universidad de
Nariño

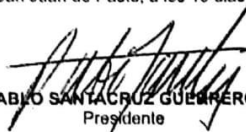
Universidad de Nariño
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES,
POSTGRADOS Y RELACIONES INTERNACIONALES

ACUERDO N° 152
septiembre 19 de 2017

- ARTICULO 6°.-** La entrega de recursos está sujeta al respectivo aval del comité de ética.
- ARTICULO 7°.-** Se iniciará con la ejecución de recursos una vez esté firmada el acta cumplimiento, por los estudiantes y asesor del proyecto.
- ARTICULO 8°.-** Los investigadores deben cumplir con la presentación de un informe parcial cada 6 meses, un informe al finalizar la investigación y demás compromisos establecidos en el acta de cumplimiento suscrita por los estudiantes y el asesor del proyecto con esta Vicerrectoría, en las fechas definidas en dicho documento.
- ARTICULO 9°.-** La Vicerrectoría de Investigaciones, Postgrados y Relaciones Internacionales, y al departamento Sistemas anotarán lo de su cargo.

COMUNIQUESE Y CÚMPLASE

Dado en San Juan de Pasto, a los 19 días del mes de septiembre de 2017.


PABLO SANTACRUZ GUERRERO
Presidente


MARÍA CONSTANZA CABRERA DULCE
Secretaría