



# 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 los 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.

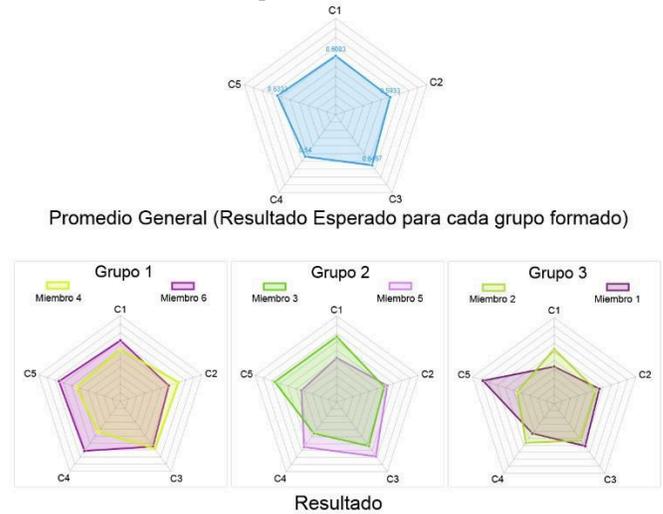


Figura 1. Resultado esperado por el algoritmo propuesto.

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).

$$D^i = \sum_{g=1}^G \left[ (C_1 - \bar{X}_{g,1}^i)^2 + (C_2 - \bar{X}_{g,2}^i)^2 + \dots + (C_m - \bar{X}_{g,m}^i)^2 \right] \quad (3)$$

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 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 1. 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

```

Figura 2. 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	Parámetros	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 3. 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 4. 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

- [1] E. E. Silva Beltrán y I. Morales Hernández, "Autonomía Y Trabajo Colaborativo", *XII Congreso Internacional De Teoría De La Educación*, 2011.
- [2] M. E. Calzadilla, Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 29, n. ° 1, pp. 1-10, ene. 2002.
- [3] B. C. Castro, La interrelación cognitiva entre alumno y docente, *Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico UJAT*, pp. 11-16, 2006.
- [4] C. L. Fraile, Hacia una comprensión del aprendizaje cooperativo. *Revista de Psicodidáctica*, pp. 59-76, 1997.
- [5] I. R. Fernandez, Aprendizaje Evolutivo De Reglas Para Agrupamiento Jerárquico De Datos En Robótica Móvil, *PhD thesis, Universidad De Santiago De Compostela*, 2016.
- [6] C. C. Lourdes Araujo, Algoritmos Evolutivos Un Enfoque Práctico, *RA-MA Editorial*, 2009.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] J. C. R. Y. F. C. Julián Moreno, Agrupamiento Homogéneo De Elementos Con Múltiples Atributos Mediante Algoritmos Genéticos. *DYNA*, 2009.
- [11] 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.