

Una revisión sobre enfoques de agrupamiento automático en base a la personalidad y los estilos de aprendizaje de los estudiantes

César Ponce-Padilla¹, Germán Lescano^{1,2} y Rosanna Costaguta¹,

¹ Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información (IIISI),
Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE),
Av. Belgrano (s) 1912, Santiago del Estero, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
ponce.padilla.c@gmail.com, {gelescano, rosanna}@unse.edu.ar

Resumen. El Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora, en adelante ACSC, es una situación de aprendizaje mediada por computadora que busca promover el aprendizaje a través de la participación y el compromiso de los alumnos en procesos de colaboración. Sin embargo, la asignación de estudiantes en grupos no garantiza el éxito del proceso de aprendizaje. Esto explica el interés por el estudio de técnicas que permitan agrupar estudiantes de manera automática con la finalidad de incidir positivamente en los procesos de aprendizaje. Si bien muchos factores pueden impactar en el proceso de aprendizaje colaborativo, los aspectos cognitivos y sociales son de particular importancia. Por esta razón, en este trabajo se propone una revisión bibliográfica sobre la formación automática de grupos teniendo en cuenta estilos de aprendizaje y de personalidad de los estudiantes, dos criterios íntimamente involucrados con lo cognitivo y lo social. Los resultados de la revisión muestran que los estudios en el dominio son escasos, lo que evidencia la necesidad de continuar investigando en esta área.

Palabras clave: Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora, Formación Automática de Grupos, Estilos de Aprendizaje, Estilos de Personalidad.

1. Introducción

El ACSC se vale de situaciones de enseñanza y de aprendizaje organizadas a través de actividades colaborativas, mediadas por computadora, en las que los estudiantes interactúan organizados en grupos realizando tareas asignadas por el docente [1]. Se reconoce que organizar estudiantes en grupos para realizar actividades colaborativas no garantiza automáticamente el éxito del aprendizaje [2].

Costaguta et al. [3] proporcionan una visión integradora de factores teóricos y prácticos del ACSC, incluyendo la diferenciación entre aprendizajes colaborativo y cooperativo, los fundamentos epistemológicos, la noción de grupo de aprendizaje, el papel del tutor, los roles de equipo, las emociones y la evaluación. A su vez, en otro trabajo, Costaguta et al. [4] describen cuatro desarrollos informáticos realizados para beneficiar los procesos de enseñanza y de aprendizaje en contextos de trabajo grupal mediados por tecnologías.

Con esto se visualiza que para lograr el aprendizaje en los entornos de ACSC se requiere de una cierta planificación y organización. Asimismo, se concuerda con

Järvenoja et al. [5] en que existen muchos factores que pueden impactar en el proceso de aprendizaje debido a la propia dinámica social del grupo de aprendizaje. Dentro de este contexto, el agrupamiento inteligente de estudiantes ha surgido como una estrategia prometedora para crear grupos de aprendizaje que maximicen la colaboración y el rendimiento de los alumnos. En este sentido, Costaguta [6] proporciona una revisión de técnicas de inteligencia artificial para la formación de grupos colaborativos comúnmente empleadas hasta el año 2015.

En su estudio sobre grupos de aprendizaje colaborativos Dang et al. [7] reconocen la predominancia de interacciones de tipo cognitivas y de ejecución de tareas en grupos colaborativos, identificando al mismo tiempo que la mayoría de los desafíos son del tipo cognitivos y sociales. De acuerdo con los datos exhibidos por Dang et al. [7] resulta importante que los grupos formados para situaciones de aprendizaje colaborativo tengan capacidades para desempeñarse en los dominios cognitivos y sociales.

En el plano educativo, los estilos de aprendizaje de los estudiantes pueden explicar los comportamientos de estos en el dominio cognitivo. En tanto que, en el plano social, la interacción entre los miembros de un grupo se puede ver afectada por sus personalidades. De esta asociación, consideramos de interés realizar una revisión bibliográfica que nos permita identificar antecedentes que hayan propuesto técnicas de formación de grupos en el dominio del ACSC teniendo en cuenta estilos de aprendizaje y estilos de personalidad.

La importancia de esta revisión radica en su potencial para informar y guiar futuras investigaciones en el campo del ACSC y el agrupamiento inteligente de estudiantes. Al comprender las técnicas existentes y su aplicabilidad, se pueden identificar áreas de mejora y oportunidades para desarrollar sistemas más precisos y personalizados. Además, se espera que los resultados de esta revisión contribuyan a la mejora de los entornos de aprendizaje colaborativo, facilitando una experiencia más enriquecedora para los estudiantes.

Este trabajo se estructura como sigue. En la sección 2 se enuncian los objetivos de la investigación. En la sección 3 se describe el proceso concretado para la búsqueda y selección de antecedentes. En la sección 4 se presentan los estudios incluidos, excluidos y validados. En la sección 5 se muestran las respuestas elaboradas para las preguntas de investigación que orientaron el presente trabajo y una breve descripción de los estudios analizados. Finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones y una propuesta de trabajo futuro.

2. Objetivos de este estudio

El propósito de esta revisión es determinar el estado actual de conocimiento y desarrollo de sistemas que apliquen técnicas provenientes de la Inteligencia Artificial y del Aprendizaje de máquina para generar grupos de estudiantes en entornos de ACSC en base a sus estilos de aprendizaje y/o de personalidad.

Para formalizar el proceso de revisión se siguió la metodología de mapeo sistemático propuesto por Pettersen et al. [8]. Para ello se ejecutaron los cinco pasos de esta metodología: (i) definición de las preguntas de investigación, (ii) búsqueda de

estudios primarios, (iii) selección de artículos para su inclusión y exclusión, (iv) codificación de resúmenes, y (v) extracción de datos y mapeo de estudios.

3. Proceso de Búsqueda y Selección

Cumpliendo el primer paso de la metodología, se definieron las preguntas de investigación que orientaron este trabajo: 1) ¿Cuál es la evolución de los artículos publicados sobre este tema?, 2) ¿Qué enfoques se utilizan cuando se agrupan estudiantes por estilo de aprendizaje y/o estilo de personalidad?, y 3) ¿Qué técnicas se utilizan para formar de manera automática grupos de aprendizaje basados en estilos de aprendizaje y/o personalidad de los alumnos?

Dando cumplimiento al segundo paso metodológico, se llevó a cabo la búsqueda de artículos relacionados con el tema de investigación se definieron palabras clave y sinónimos vinculadas con ellas. Se definieron dos cadenas de búsqueda, una en español y la otra en inglés. Para la búsqueda en español se utilizó la siguiente expresión de búsqueda: “formación de grupos y estilos de aprendizaje y estilos de personalidad”. En tanto para la búsqueda en inglés se utilizó la cadena: “*group formation and learning style and personality style*”. Estas cadenas direccionaron la búsqueda en las siguientes fuentes bibliográficas: *ACM Digital Library*, *IEEE Digital Library*, *Science Direct* y *Google Scholar*.

Respondiendo al tercer paso metodológico, y a fin de determinar los artículos que deben ser seleccionados, se definieron criterios de inclusión y exclusión. Como criterios de inclusión se estableció que los artículos deben estar publicados en revistas (journals) o congresos, deben estar escritos en español o inglés, estar relacionados con la temática de agrupamiento de estudiantes mediante los criterios de estilo de aprendizaje y/o personalidad, y la fecha de publicación debe ser mayor al año 2015. Se excluyen artículos publicados en libros, artículos escritos en otros idiomas distintos al español o inglés, artículos que no estén vinculados con la temática bajo investigación, y artículos cuya fecha de publicación sea menor al año 2015.

Para evaluar la calidad de los estudios seleccionados, se elaboró una lista de chequeo compuesta por 4 preguntas que fueron contestadas por sí o por no. Las preguntas fueron las siguientes: 1) ¿Está claro el objetivo de investigación?, 2) ¿Tiene concordancia el título con el desarrollo y/o la conclusión?, 3) ¿Están claros los descubrimientos realizados?, y 4) ¿Es una fuente de investigación primaria? Si bien con estas preguntas se busca determinar la calidad de los artículos seleccionados, no se planificó realizar eliminación de artículos en base a dicha calidad ya que los artículos pueden plantear algún enfoque de interés con respecto al agrupamiento de estudiantes.

Respondiendo al cuarto paso metodológico, con la intención de concretar la codificación de cada artículo seleccionado, se extrajeron los siguientes datos: año de la publicación, autores, técnicas de inteligencia artificial, estilos de aprendizaje, estilos de personalidad, métricas de evaluación, y una breve descripción del contenido.

4. Estudios Incluidos, Excluidos y Validados

A través de las búsquedas realizadas se obtuvo un total de 1765 artículos, de los cuales 1464 fueron extraídos de ACM, 12 de Google Scholar, 184 de IEEE y 105 de Science Direct. Muchos de los artículos mostrados en los resultados de búsqueda no se ajustaron a la temática bajo investigación, posiblemente por la generalidad de los términos usados para la búsqueda.

Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, y la lista de chequeo, sobre los 1765 artículos recuperados, el total se redujo a 9 artículos (3 de ellos provenientes de Google Scholar, 3 de ACM y 3 de IEEE) que cumplen con al menos 3 criterios de los 4 establecidos en la lista de chequeo.

5. Resultados

En esta sección se presentan los resultados de la revisión realizada sobre los artículos seleccionados. Como se muestra en Tabla 1, los atributos considerados fueron: año de publicación, técnica empleada para realizar la formación de grupos y criterio que se tuvo en cuenta para formar los grupos. En la Tabla 1, hay estudios que no introducen técnicas que permiten el agrupamiento automático de estudiantes, sin embargo, describen investigaciones sobre el agrupamiento de estudiantes teniendo en cuenta estilos de aprendizaje y/o de personalidad. Estos estudios que no introducen técnicas son descriptos brevemente en la sección 5.2.

Tabla 1. Algunas características de los artículos seleccionados.

Artículo	Año	Técnica empleada para realizar la agrupación automática	Criterio empleado para formar grupos
[9]	2015	Programación lógica con restricciones	Felder & Silverman, Personalidad (Big Five)
[10]	2016	No aplica	Felder & Silverman
[11]	2019	Algoritmo genético	Felder & Silverman
[12]	2016	Algoritmo genético	Felder & Silverman
[13]	2021	Algoritmo genético	Personalidad (Big Five)
[14]	2016	No aplica	Personalidad (Big Five)
[15]	2016	No aplica	Personalidad (test DISC)
[16]	2017	No aplica	Felder & Silverman, Personalidad (Big Five)
[17]	2023	No aplica	Personalidad (Big Five)

Cumpliendo el quinto y último paso metodológico, se llevó a cabo la extracción de datos y mapeo de los artículos. La información obtenida se muestra en las secciones que continúan. Además, cabe destacar que con esto se dio respuesta a las tres preguntas de investigación formuladas inicialmente.

5.1 Distribución de artículos por años

En esta subsección se responde a la primera pregunta de investigación. De los artículos seleccionados, se observa una escasa investigación sobre el estudio de técnicas

para formar grupos de aprendizaje en entornos de ACSC que consideren el estilo de aprendizaje y/o la personalidad como criterios de agrupamiento. En Tabla 1 se observa que se tiene una publicación en el año 2015 [9], cuatro en el 2016 [10, 12, 14, 16], una en el 2017 [16], una en el 2019 [11], una en el 2021 [13] y una en el 2023 [17].

5.2 Enfoques empleados para agrupar estudiantes en base a sus estilos de aprendizaje y de personalidad

En la segunda pregunta de investigación estamos interesados en determinar los enfoques que se emplearon para agrupar estudiantes en base a estilos de aprendizaje y/o de personalidad. A partir de los artículos identificados, se observa que todos tuvieron en cuenta el modelo de estilos de aprendizaje de Felder & Silverman [18].

Felder & Silverman [18] sostienen que el estilo de aprendizaje resulta de la combinación de cuatro dimensiones: comprensión, percepción, entrada y procesamiento. Cada una de estas dimensiones puede tomar uno de dos valores posibles. Para la dimensión comprensión el valor resultante puede ser global o secuencial, para la dimensión percepción puede ser intuitivo o sensitivo, para la dimensión entrada verbal o visual, y finalmente, el valor para la dimensión procesamiento puede ser activo o reflexivo. Combinando estos valores posibles para las cuatro dimensiones resultan 16 estilos de aprendizaje diferentes.

Costaguta et al. [10] realizaron un estudio para demostrar la existencia de ciertas relaciones entre estilos de aprendizaje de los estudiantes en grupos colaborativos y el rendimiento académico de esos grupos. Para analizar las relaciones existentes utilizaron el algoritmo A Priori. Los autores indican que las reglas de asociación descubiertas por su estudio pueden servir como orientación para formar grupos efectivos teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje.

Respecto a estilos de personalidad, en los artículos seleccionados que los consideran, mayoritariamente trabajaron con el modelo Big Five. El test de personalidad DiSC es tomado sólo por un artículo.

El modelo de personalidad Big Five, o Five-Factor Model (FFM), ha obtenido el mayor consenso en el área de la psicología y es uno de los más utilizados en la literatura [19, 20]. Las dimensiones de personalidad que contempla son Extraversión (E), Amabilidad (A), Escrupulosidad (C), Neuroticismo (N) y Apertura (O). Cada combinación de valores en las diferentes dimensiones genera un tipo de personalidad con diferente tendencia a comportarse, interactuar, reaccionar y razonar. Dado que el modelo Big Five es un modelo de personalidad puramente descriptivo, los psicólogos han desarrollado diversas pruebas y cuestionarios que evalúan cada uno de los cinco factores o dimensiones en los individuos.

Por su parte, el test DiSC [21] permite medir la personalidad y el estilo de comportamiento de una persona mediante la evaluación de cuatro dimensiones, todas igualmente importantes: la capacidad de dirección/conducción (D), la capacidad de influencia/inspiración (i), la estabilidad (S), y la correctitud/obediencia/grado de consciencia (C), y debido a estas dimensiones es que recibe su nombre [21].

A continuación se describen brevemente los trabajos más significativos.

Carro, R. & Sanchez Horreo, V. [16] realizaron un estudio para obtener criterios útiles tanto para la adaptación individual y la formación dinámica de grupos en sistemas

de aprendizaje colaborativos adaptativos. Para realizar el estudio analizaron características tales como el estilo de personalidad, la inteligencia y los estilos de aprendizaje. Respecto a la formación de grupos encontraron una tendencia a la formación de grupos homogéneos respecto a la forma de razonamiento, la extroversión, el nivel de consciencia, las habilidades verbales y la apertura a experiencias; y la formación heterogénea respecto a los estilos de personalidad de agradabilidad y neuroticismo. Para realizar los análisis respecto a los estilos de personalidad tuvieron en cuenta el modelo Big Five y con respecto a los estilos de aprendizaje consideraron el modelo de Felder & Silverman.

Mujkanovic, A. & Bollin, A. [14] realizaron un estudio para determinar en qué grado influye el proceso de formación de grupos en entornos de aprendizaje colaborativo. En el estudio se muestra que la formación basada en estilos de personalidad logró buenos resultados. Para el análisis de la personalidad de los estudiantes se tuvo en cuenta el modelo Big Five.

Kobayashi, A. et al. [17] analizaron cómo y cuándo las diferencias de personalidad entre un alumno y sus compañeros de grupo afectan la satisfacción del alumno. El estudio confirma que las diferencias de personalidad entre pares afectan significativamente el nivel de satisfacción del alumno. El estudio detalla que la satisfacción es afectada por a) el promedio de las diferencias de personalidad entre el alumno y cada compañero de grupo, lo cual refleja el grado con el cual el alumno es diferente en promedio que sus compañeros, y b) la diferencia de personalidad del compañero quien tiene la mayor similitud o diferencia de personalidad con respecto al alumno.

Lykountzou et al. [15] muestran cómo la compatibilidad de la personalidad en los grupos afecta el rendimiento y la percepción individual. El estudio muestra que balancear las personalidades contribuye a un mejor rendimiento en las tareas colaborativas. Además, los equipos balanceados por personalidad exhiben menos conflictos y sus miembros reportan mayores niveles de satisfacción y aceptación. Para analizar la personalidad de los miembros de cada grupo usaron el test de personalidad DISC.

5.3 Técnicas para la formación de grupos en base a estilos de aprendizaje y de personalidad

Respecto a la tercera pregunta de investigación, las técnicas aplicadas para la formación automática de grupos son algoritmos genéticos y algoritmos basados en programación lógica restrictiva. A continuación, se describe brevemente a cada una de las técnicas utilizadas, y también se brinda una breve descripción de cada uno de los artículos analizados.

5.3.1 Algoritmos genéticos

Los algoritmos genéticos fueron inventados por John Holland en el año 1975. Holland propuso los algoritmos genéticos como un método heurístico basado en la supervivencia de los mejores. Estos tipos de algoritmos son adecuados para problemas de búsqueda y optimización [22]. Estos algoritmos crecieron en popularidad debido a

su capacidad para desenvolverse bien en muchos tipos diferentes de problemas [23]. Si bien no son algoritmos veloces, ofrecen buenas heurísticas para problemas combinatorios. Estos algoritmos parten de una población inicial de soluciones candidatas para un problema y evolucionan hacia una solución óptima basados en los principios de selección natural y supervivencia del más apto, aplicando operaciones de cruzamiento y mutación.

En la revisión realizada se reconocen dos antecedentes que aplicaron este tipo de técnica. Por un lado, Lescano et al. [12] proponen un algoritmo genético para la generación automática de grupos considerando los estilos de aprendizaje de sus miembros. La formación de grupos con algoritmos genéticos es un problema permutativo, por lo que se diseñaron operadores genéticos. Para la formación de los grupos se basaron en la investigación de Costaguta et al. [10] sobre formación de grupos basados en estilos de aprendizaje en las cuales se estudiaron ciertas reglas de asociación. Estas reglas de asociación fueron utilizadas como base en la función de fitness planteada en este trabajo. Esta línea de trabajo es continuada por Palavecino et al. [11] quienes proponen una herramienta software que crea grupos de estudiantes teniendo en cuenta sus estilos de aprendizaje, combinándolos de tal forma que se incrementen o maximicen sus rendimientos académicos. En dicho artículo se describen los objetivos de la investigación, el enfoque propuesto para concretar la formación automática de grupos colaborativos, y algunos antecedentes relevantes.

Por otro lado, Sánchez et al. [13] proponen un enfoque basado en algoritmos genéticos para formar grupos en escenarios de aprendizaje colaborativo, considerando los rasgos de personalidad de los estudiantes como criterio de agrupación. Esta formación se lleva a cabo en dos etapas: en la primera, se recolecta la información de los estudiantes a partir de un instrumento psicométrico basado en el modelo de personalidad Big Five; mientras que, en el segundo, esta información alimenta un algoritmo genético que se encarga de realizar la agrupación de forma iterativa, buscando una formación óptima. En el trabajo se realizaron experimentaciones para la formación de grupos homogéneos y heterogéneos con respecto a este criterio de personalidad.

5.3.2 Algoritmos basados en programación lógica restringida

La programación lógica restringida es una extensión de la programación lógica donde se permiten restricciones en el cuerpo de las cláusulas. El paradigma de la programación lógica se basa en una idea de programación declarativa única donde los programas no se componen de declaraciones (como en la programación imperativa) ni de funciones (como en la programación funcional), sino de implicaciones lógicas entre colecciones de predicados [24]

Tacadao, G. & Toledo, R. (2015) proponen un modelo basado en programación lógica con restricciones para la formación de grupos que satisfagan múltiples criterios. Estos criterios pueden ser establecidos por el docente (por ejemplo, estilos de aprendizaje, competencia individual, estilos de personalidad, entre otros) así como intereses de los propios alumnos. El modelo fue evaluado teniendo en cuenta la cantidad de restricciones que se satisfacen por cada grupo.

6. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este trabajo se llevó a cabo una revisión sobre la formación automática de grupos teniendo en cuenta estilos de aprendizaje y/o de personalidad. La revisión fue realizada teniendo en cuenta la metodología planteada por Petersen et al [8] y se definió como período temporal las publicaciones efectuadas a partir del año 2015, (principalmente para complementar revisiones sobre formación de grupos registradas previo a ese año). Sin embargo, es posible afirmar que a la fecha existe poca investigación sobre la formación de grupos de manera automática utilizando de manera puntual los criterios de estilos de aprendizaje y/o de personalidad.

A partir de los artículos analizados, es posible reconocer que las técnicas utilizadas para la formación automática de grupos son los algoritmos genéticos y la programación lógica restrictiva. En el caso particular de agrupamiento por estilos de aprendizaje, fue el modelo de Felder & Silverman el utilizado por todos los autores. Es importante destacar que sólo se encontró un artículo relacionado con los estilos de personalidad en el ámbito de estudio, y que sus autores eligieron aplicar el modelo conocido como Big Five. Esto refleja que es un tema que aún no ha sido explorado en profundidad. Asimismo, tampoco se observa la existencia de estudios que hayan propuesto opciones de agrupamiento de estudiantes que combinen los estilos de aprendizaje con los de personalidad.

Dado lo expuesto, se plantea a futuro diseñar e implementar una herramienta basada en técnicas de inteligencia artificial que permita formar grupos de estudiantes colaborativos teniendo en cuenta de manera simultánea tanto sus estilos de aprendizaje como los de personalidad.

Referencias

1. Costaguta, R., Menini, M., Missio, D., Lescano, G. & Santana-Mansilla, P. (2021): Desarrollos informáticos para grupos de aprendizaje en contextos de colaboración on-line. In: Martínez, M., Juliá, M., del Pilar Domínguez, A., Rizo Patrón, M., Gulotta, M., Sarmiento, M., Benac, M., Ledesma, A. (eds.) La investigación científica en la universidad y sus aportes a la sociedad, pp. 1466-1506. EDUNSE, Argentina.
2. Soller, A. (2001): Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12(1), pp. 40–62.
3. Costaguta, R., Menini, M., Missio, D., Santana-Mansilla, P., Lescano, G., Martínez-Mirón, E. & Sánchez-Román, G. (2022): Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora. En: *Perspectivas en la Interacción HumanoTecnología*. Jaime Muñoz-Arteaga, César A. Collazos, Toni Granollers, Huizilopoztli Luna-García (Compiladores). Ed.: HCI-Collab & Câmara Brasileira de Livro, SP Brasil, 2022, sección 5, capítulo 3. ISBN 978-65-00-49304-7.
4. Costaguta, R., Menini, M., Missio, D., Lescano, G. & Santana-Mansilla, P. (2021): Desarrollos informáticos para grupos de aprendizaje en contextos de colaboración on-line. En *La investigación científica en la Universidad Nacional de Santiago del Estero y sus aportes a la sociedad*, (Eds.) Martínez, M.; Juliá, M.; del Pilar Domínguez, A.; Gulotta, M.; Sarmiento, M.; Benac, M.; Ledesma, A. pp 1466-1506.

5. Järvenoja, H., Volet, S., & Järvelä, S. (2013): Regulation of emotions in socially challenging learning situations: an instrument to measure the adaptive and social nature of the regulation process. *Educational Psychology*, 33(1), pp. 31–58.
6. Costaguta, R. (2015): Algorithms and machine learning techniques in collaborative group formation. In: Pichardo Lagunas, O., Herrera Alcántara, O., Arroyo Figueroa, G. (eds.) *MICAI 2015. LNCS*, vol. 9414, pp. 249-258.
7. Dang, B., Nguyen, A., Hong, Y., Thi Nguyen, B. & Dang Tran, B. (2023): Revealing the Hidden Structure of Affective States During Emotion Regulation in Synchronous Online Collaborative Learning. *Proceedings of the 56th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 14-23
8. Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008): Systematic mapping studies in software engineering. *Proceedings of the 12th international conference on evaluation and assessment in software engineering*, pp. 68–77. Ciudad Real, Spain: ACM: British Computer Society.
9. Tacadao, G. & Toledo, R. (2015): A Generic Model for the Group Formation Problem Using Constraint Logic Programming*. In: 2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies, pp. 307-308, IEEE Press, Hualien, Taiwan.
10. Costaguta, R., Menini, M. & Lescano, G. (2016): Applying Data Mining to Discover Successful Collaborative Groups. *Proc. ACM EATIS*.
11. Palavecino, A., Lescano, G. & Costaguta, R. (2019): Formación Automática de Grupos Colaborativos Considerando Estilos de Aprendizaje y Rendimiento Académico, pp. 1–5.
12. Lescano, G., Costaguta, R. & Amandi, A. (2016): Genetic algorithm for automatic group formation considering student's learning styles. 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS), Cartagena, Colombia, pp. 1-8.
13. Sánchez, O. R., Collazos, C. A., & Redondo, M. A. (2021). Automatic group organization for collaborative learning applying genetic algorithm techniques and the big five model. *Mathematics*, 9(13).
14. Mujkanovic, A. & Bollin, A. (2016): Improving Learning Outcomes Through Systematic Group Reformation. In: 2016 9th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, pp. 97-103, ACM Press, Austin, USA.
15. Lykourantzou, I., Antoniou, A., Naudet, Y. & Dow, S. (2016): Personality Matters: Balancing for Personality Types Leads to Better Outcomes for Crowd Teams. In: *CSCW '16: Proceedings of the 19th ACM Conference on ComputerSupported Cooperative Work & Social Computing*, pp. 260-273, ACM Press, New York.
16. Carro, R. & Sanchez Horreo, V. (2017): The Effect of Personality and Learning Styles on Individual and Collaborative Learning: Obtaining Criteria for Adaptation. In: 2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies, pp. 1585-1590, IEEE Press, Atenas, Grecia.
17. Kobayashi, A., Ishikawa, Y., Ikeda, K., Kamisaka, D. & Legaspi, R. (2023): Composing Groups in Collaborative Learning by Pair Personality Differences. In: *UMAP '23: Proceedings of the 31st ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, pp. 116-123, ACM Press, New York.
18. Felder, R. & Silverman, L. (1988): Learning and Teaching Styles in Engineering Education Application," *J. Eng. Educ.*, vol. 78, no. 7.
19. Aguilar, R., De Antonio, A. & Imbert, R. (2007): Searching Pancho's Soul: An Intelligent Virtual Agent for Human Teams. In *Proceedings of the Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA 2007)*, IEEE: Morelos, Mexico, pp. 568–571.
20. Soto, C., Kronauer, A. & Liang, J. (2015): Five-Factor Model of Personality. In *The Encyclopedia of Adulthood and Aging*; Krauss Whitbourne, S., Ed.; JohnWiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, pp. 1–5. ISBN 9781118528921.
21. Beedu, G. (2021): A study on the effectiveness of DiSC personality test. Tesis de doctorado en administración de recursos humanos. Universidad Selinus, Italia.

22. Sivanandam, S. (2008): Deepa, S.: Introduction to Genetic Algorithms. Springer.
23. Akman, O. (2014): Introducing Evolutionary Computing in Regression Analysis. Journal of Computational Science Education. 5(1), pp. 23-27.
24. Rossi, F. (2003): Chapter 15 - Constraint Logic Programming. In: Dechter, R. (eds.) Constraint Processing. In The Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence, pp. 413-440, Morgan Kaufmann.