

Actitudes de estudiantes universitarios hacia el trabajo colaborativo en la propuesta del juego “Lights out!” en un curso de Álgebra lineal

Atitudes de estudantes universitários frente ao trabalho colaborativo na proposta do jogo “Luzes apagadas!” em um curso de álgebra linear

María de los Angeles Fanaro, Victoria Artigue, Joel Gak, Gabriel Núñez

Fecha de recepción: 22-04-2024

Fecha de aceptación: 27-06-2024

Resumen	<p>En este artículo se analizan las actitudes hacia el trabajo colaborativo de un grupo de estudiantes universitarios tras la implementación de una propuesta de enseñanza en un curso curricular de Álgebra Lineal en carreras de Ingeniería. El diseño de la propuesta tuvo como objetivo introducir una innovación en metodologías de aprendizaje, enseñanza y evaluación, en el contexto del juego “Lights out!”. Se presenta el análisis de las actitudes manifestadas en relación con el trabajo colaborativo, particularmente en la adjudicación de roles y objetivos, en sus tres dimensiones constitutivas: cognitivas, afectivas y conductuales. Los resultados indican que los estudiantes manifiestan actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo cuando modelizan matemática e informáticamente el juego.</p> <p>Palabras clave: actitudes; trabajo colaborativo; estudiantes universitarios; juego “Lights out!”; Álgebra lineal.</p>
Abstract	<p>This article analyzes the attitudes towards collaborative work of a group of university students after the implementation of a teaching proposal in a linear algebra curricular course in engineering majors. The design of the proposal aimed to introduce an innovation in learning, teaching and</p>

	<p>evaluation methodologies, in the context of the game "Lights out!". The analysis of the attitudes expressed in relation to collaborative work is presented, particularly in the allocation of roles and objectives, in its three constitutive dimensions: cognitive, affective and behavioral. The results indicate that students show favorable attitudes towards collaborative work when they mathematically and computer-model the game.</p> <p>Keywords: attitudes; collaborative work; university students; "Lights out!" game; linear Algebra</p>
<p>Resumo</p>	<p>Este artigo analisa as atitudes em relação ao trabalho colaborativo de um grupo de estudantes universitários após a implementação de uma proposta de ensino em um curso curricular de álgebra linear em engenharia. A concepção da proposta teve como objetivo introduzir uma inovação nas metodologias de aprendizagem, ensino e avaliação, no contexto do jogo "Lights out!". É apresentada a análise das atitudes expressas em relação ao trabalho colaborativo, nomeadamente na atribuição de papéis e objetivos, nas suas três dimensões constitutivas: cognitiva, afetiva e comportamental. Os resultados indicam que os alunos mostram atitudes favoráveis em relação ao trabalho colaborativo quando modelam o jogo matematicamente e por computador.</p> <p>Palavras-chave: atitudes; estudantes universitários; trabalho colaborativo; jogo "Lights out!"; Álgebra Linear</p>

1. Introducción

Bourn y Neal (2008), reconocen la necesidad de trabajar en la dimensión global del ingeniero, poniendo de manifiesto la importancia de desarrollar competencias disciplinares específicas relacionadas con áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática, así como habilidades de comunicación y escucha, propias del trabajo colaborativo. En particular, en este trabajo interesa analizar la actitud que muestran los estudiantes cuando se les propone trabajar en forma colaborativa al modelizar matemáticamente la solución para el juego "Lights out!". Encontrar la solución de este juego significa afrontar el potencial de un problema ingenieril, entendiéndose a éste como la resolución de problemas de manera interactiva y dinámica, utilizando contenidos y procesos matemáticos, para el cual se necesita la colaboración y la comunicación entre los diferentes actores involucrados.

Por otro lado, en la formación de ingeniería, se destaca la necesidad de tener que responder a un mercado laboral que demanda profesionales capaces de trabajar colaborativamente (Capote León, *et al.* 2016). Las organizaciones y empresas han comenzado en los últimos tiempos a exigir a sus trabajadores competencias que hasta hace poco no habían formado parte del currículo académico, y justamente, la capacidad de trabajo en equipo se presenta como una competencia profesional altamente demandada en diversos campos profesionales (Jarauta Borrasca, 2014).

Sin embargo, esto debe ser enseñado, ya que la apropiación del conocimiento académico es lo que está en juego, más allá de la adquisición de las habilidades sociales buscadas, según Rosselli (2016):

El “habitus” de la individualidad está muy arraigado en las instituciones educativas, sobre todo en lo que hace al aprendizaje académico y a la apropiación de conocimientos. El actuar coordinadamente con otros, la creación de consensos, el aprovechamiento de los puntos de vista ajenos, son considerados buenas habilidades sociales que tienen que ver con el desarrollo de la sociabilidad y la convivencia, pero poco con la apropiación intelectual. El sujeto de aprendizaje (académico) es el individuo; cuesta entender que es posible plantearse la idea de un sujeto cognitivo colectivo (p. 231).

Por lo tanto, en esta investigación se plantea un marco que busca romper la inercia de la enseñanza-aprendizaje individualista, proponiendo no caer en la ingenuidad de que basta con crear situaciones de conectividad horizontal entre los alumnos para que esto conduzca a un aprendizaje eficaz. Se sostiene que la colaboración sociocognitiva puede y debe ser desarrollada como una competencia en sí misma (Roselli, 1999), pero es necesario enseñar a trabajar eficazmente en un entorno colaborativo, y debe hacerlo utilizando estrategias específicas intencionalmente planificadas y muy pautadas.

1.1 Antecedentes

La propuesta de enseñanza diseñada para trabajar colaborativamente se basa en el juego “Lights out!”. Diversas investigaciones provenientes del campo de la Matemática ya formalizaron la solución este juego (Coulibaly, 2023; Fazakas y Groza, 2022; Madsen, 2010; Anderson y Todd, 2017), dependiendo del tamaño del tablero y de las variaciones en las reglas. En los artículos de revisión sistemática como el de Novaes y Almeida (2023) sobre aprendizaje basado en juegos en la enseñanza de la Matemática, se sugiere que los juegos logran captar la atención de muchos usuarios, generan compromiso y mejores resultados de aprendizaje. Particularmente en educación superior Zabala-Vargas y García-Mora (2022), plantean que son pocas las investigaciones sobre la enseñanza basada en juegos, surgiendo de su investigación que esta metodología contribuye al trabajo colaborativo, al compromiso y a la argumentación. Sin embargo, no se encontraron aplicaciones del juego “Lights out!” en educación superior, ni de la modelización matemática de su dinámica, ni de su posibilidad de programarse en algún lenguaje familiar para los estudiantes, ni de su programación en Arduino.

En cuanto al trabajo colaborativo, y su consecuente aprendizaje colaborativo, Bergeson (2000), lo plantea como estrategia de construcción del conocimiento, y propone utilizar ambientes soportados en herramientas computacionales que faciliten la retroalimentación y la autoevaluación, el uso de metodologías de enseñanza innovadoras con el fin de motivar a los estudiantes en el estudio de la Matemática. En este sentido, las actividades que forman parte de la propuesta de enseñanza fueron

diseñadas de manera tal que los estudiantes tuvieran que programar en lenguaje Python, la dinámica del juego con su respectiva solución.

Algunas investigaciones han diseñado, implementado y analizado propuestas de trabajo colaborativo en el nivel universitario, en carreras de formación docente (Jarauta Borrasca, 2014; Maldonado, 2007), o en aquellas que están incluidas en la reglamentación vigente para el Sistema de Educación Superior ecuatoriano, en carreras de Arquitectura, Diseño Gráfico y Diseño de Interiores (Compte Guerrero, y Sánchez del Campo Lafita, 2019), y también en cursos de programación (Revelo-Sánchez et al., 2018). Sin embargo, en la formación ingenieril no se han encontrado investigaciones que dieran voz a los estudiantes para que expresen su valoración de la propuesta de trabajo colaborativas para abordar la modelización matemática. A partir de lo que expresan, es posible interpretar sus actitudes hacia el trabajo colaborativo.

1.2 La propuesta, su implementación y las preguntas de esta investigación

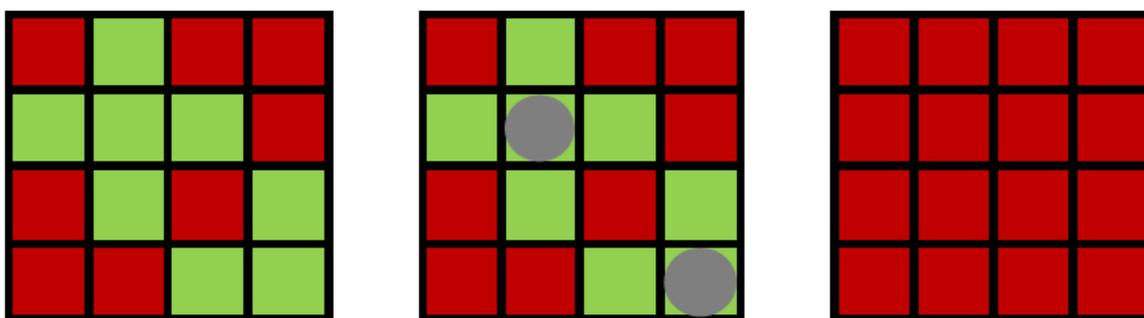
El juego “Lights out!” fue lanzado al mercado en 1995 por un fabricante de juguetes electrónicos y consiste en un teclado luminoso, originalmente dispuesto en una cuadrícula de 5 por 5 botones, aunque puede haber otros tamaños. Al iniciar el juego aparecen iluminados algunos botones del tablero de botones, y el objetivo es presionar distintos botones para cambiar su estado, hasta apagar todas sus luces.

Las reglas del juego pueden tener pequeñas variaciones, provocando cambios sustanciales en la búsqueda de la solución para cualquier combinación de botones prendidos. En la versión clásica, cada vez que se presiona una tecla, no solamente cambia de estado el botón presionado (apagado o encendido), sino que también cambian las adyacentes o contiguas (la que está arriba, la de abajo suyo, la que está a su derecha, y la de su izquierda), como se muestra en la Figura 1. Encontrar una solución para casos particulares e incluso en general, involucra no solo herramientas del Álgebra matricial, sino que también el plan de enseñanza-aprendizaje que

involucra el uso de kits de Arduino para realizar las actividades prácticas relacionadas con los contenidos propios de la asignatura.

Figura 1. Un ejemplo de estrategia ganadora para un tablero de 4 por 4. A la izquierda se muestra una configuración inicial de botones prendidos (verdes) y rojos (apagados). En el centro, los círculos grises indican que los botones han sido presionados. Fuente: elaboración por parte de los autores.

Así, la propuesta, diseñada por un conjunto de docentes-investigadores del



departamento de Ciencias Exactas y Naturales y el Departamento de Ingeniería de la Universidad Católica de Uruguay cuya autoría comparten en este artículo, tuvo como objetivo estudiar y analizar la solución del juego “Lights out!” con el uso de herramientas del Álgebra lineal. En esta propuesta, se buscó que los estudiantes utilizaran los conceptos matemáticos propios del curso de Álgebra lineal (matrices, escalerización de matrices, sistemas de ecuaciones, teorema de Rouché-Frobenius, etc.) y modelen una solución al juego. Luego, debieron programar la solución en Python con la condición de que el programa debía regresar las secuencias de botones a pulsar para resolver el juego, dada una configuración aleatoria de botones prendidos. Finalmente, los estudiantes elaboraron un informe que dio cuenta del trabajo realizado, incluyendo lo que concierne al trabajo colaborativo.

La propuesta se implementó en el primer semestre de 2023 en 3 cursos con un total de 44 estudiantes de Álgebra lineal, y se propusieron tres etapas de trabajo: en la primera parte, se destinó a que los estudiantes conozcan el juego y sus reglas, en la segunda parte se les propuso comenzar a modelar matemáticamente su dinámica, y en la tercera, comenzar a programar una solución del juego. La evaluación fue continua y formativa, en la cual los estudiantes podían entregar informes parciales que eran revisados por los docentes con el fin de orientar la obtención de respuestas a la actividad, es decir hubo una retroalimentación constante.

Se realizaron las acciones acordes a la evaluación para el aprendizaje (Anijovich y Cappeletti, 2018) tales como: explicitar las intenciones para el aprendizaje y los criterios a los estudiantes; guardar coherencia con lo que se enseña y utilizar instrumentos de recolección de información diversos; fomentar diálogo con

formulación de preguntas con los estudiantes (como una estrategia metacognitiva); ofrecer información del proceso (retroalimentar); proponer autoevaluación y coevaluación por pares y utilizar la información de las evaluaciones para decidir y mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes.

De esta forma, la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en esta implementación implicó el uso de varios instrumentos. Para una evaluación de carácter grupal, se solicitó la escritura de una bitácora semanal, la elaboración de un informe final¹ evaluado con la lista de cotejo que se presenta en la Tabla I. Este instrumento fue compartido y consensuado con los estudiantes, y como se puede notar, la mayor valoración recae en los contenidos matemáticos, a solicitud de los propios estudiantes. Para evaluar de forma individual y cumplir con los requisitos institucionales se plantearon dos exámenes parciales con ejercicios tradicionales de Álgebra lineal, el primero de ellos abarcó los contenidos matrices, sistemas de ecuaciones y determinantes; el segundo de ellos abarcó los contenidos espacio vectorial, subespacio vectorial, base y dimensión de un espacio vectorial, transformaciones lineales, diagonalización, vectores y valores propios.

Trabajo colaborativo (5 puntos)	Peso	Si	No
Explicita el rol que adquirió en el grupo	2		
Indica ejemplos donde se puso en evidencia la necesidad del otro.	1		
El informe contiene una estructura clara y organizada	1		
La bitácora contiene información detallada de lo que el grupo fue haciendo para el proyecto.	1		
Contenidos matemáticos (9 puntos)	Peso	Si	No
Modeliza el juego indicando las herramientas del álgebra lineal que se van a utilizar.	3		
Justifica la naturaleza de los sistemas con los contenidos teóricos dados en clase.	3		
Encuentra soluciones para diferentes casos.	3		

¹ La distribución de puntajes para acreditar el proyecto con este instrumento fue de 20 puntos sobre un total de 100, los cuales se distribuyeron como se muestra en la Tabla I. Los 80 puntos restantes corresponden a los dos parciales.

Contenidos de programación (6 puntos)	Peso	Si	No
Elabora un programa para alguna solución particular.	2		
Indica librerías de programación a utilizar y justifican por qué la elección.	2		
Programa en arduino alguna solución.	2		

Tabla I: Lista de cotejo para la evaluación del informe final (grupal).

Al finalizar la implementación se realizaron dos análisis de distinta naturaleza: uno acerca del proceso de modelización matemática por parte de los estudiantes, con sus obstáculos y facilidades; y el que se presenta aquí, acerca del impacto de la metodología colaborativa. Particularmente, en este trabajo se profundiza en el estudio acerca de las características que tienen las actitudes que manifiestan los estudiantes respecto al trabajo colaborativo.

2. Marco teórico-conceptual: las actitudes hacia el trabajo colaborativo

Según Barkley *et al.* (2007) uno de los caminos para lograr la implicación de los estudiantes es proponerles metodologías de aprendizaje colaborativo/cooperativo, la cual se presenta como una competencia transversal que debe ser integrada en todas las titulaciones (González y Wagenaar, 2003). Para Rosselli (2016), aunque el tema de la cooperación intelectual tiene una larga tradición en el ámbito de la investigación en psicología y educación, muchas veces asociado a la idea de trabajo en grupo o en equipo, recién en la década de los 90, la cuestión cobró un nuevo impulso, dando lugar al campo epistémico reconocido como aprendizaje colaborativo. En esta nueva versión de la coparticipación cognitiva, el término “colaboración” desplazó al más tradicional “cooperación”, aunque a veces se sigan utilizando indistintamente. En ambos casos se entiende que se trata de prácticas en las que participan más de un estudiante, pero la forma en que los sujetos interactúan puede adoptar características muy diversas. Un primer análisis del significado etimológico de los conceptos de colaboración y cooperación, indica que ambos términos comparten el prefijo “co” que significa acción conjunta. Sin embargo, la primera de ellas se deriva del verbo latino *operare* que significa operar, ejecutar, hacer funcionar de acuerdo con un sistema, mientras que la segunda proviene de *laborare* que significa trabajar, producir, desarrollar actividades con un fin determinado (Borba, y De Loiola Araújo, 2008). Según los autores, en la cooperación los sujetos se ayudan unos a otros ejecutando tareas sin necesidad de negociación conjunta; por el contrario, en la colaboración todos trabajan conjuntamente para alcanzar un objetivo negociado por el grupo.

Para Boavida y Da ponte (2011) la realización de un trabajo en conjunto, es decir en colaboración, requiere mayor dosis de intercambio e interacción entre los sujetos que la simple realización conjunta de diversas operaciones (como sería en la cooperación). En cuanto al proceso de aprendizaje colaborativo o cooperativo,

Collazos y Mendoza (2006) establecen que la diferencia esencial entre estos dos procesos de aprendizaje estriba en que, en el primero, los alumnos son quienes diseñan su estructura de interacciones y mantienen el control sobre las diferentes decisiones que repercuten en su aprendizaje, mientras en el segundo, es el profesor el que diseña y mantiene casi por completo el control de la estructura de interacciones y de los resultados que se han de obtener. Adicionalmente, en el aprendizaje colaborativo, el énfasis está en el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la construcción del conocimiento (Brufee, 1995 citado en Collazos y Mendoza (2006)).

También, en ese sentido Roselli (2016) reconoce que hay cierto consenso que define a la cooperación como una división de funciones basada en una repartición de la tarea, que daría lugar a un segundo momento de ensamblaje grupal. En cambio, la colaboración sería un proceso colectivo desde el inicio, donde todos intervienen conjuntamente en la realización de la tarea, con roles diferenciados de manera horizontal. Pero la diferencia crucial, señala este autor, es de naturaleza epistemológica, haciendo referencia a los estudios de Barkley *et al.* (2007). Por un lado, la línea de investigación sobre cooperación es básicamente anglosajona; representada por los hermanos Johnson junto a Slavin, (Johnson *et al.* 1991) donde el peso de la enseñanza recae en el docente, quien posee el conocimiento que debe ser aprendido por los alumnos. El trabajo cooperativo consiste en la aplicación, por parte del docente, de técnicas grupales dirigidas a lograr este objetivo; con lo cual su uso es instrumental y complementario. La cooperación no es una ideología generalizada de toda la enseñanza; es una parte del proceso, donde se recurre a la cooperación entre pares como una manera de afianzar los logros de aprendizaje. Según Roselli (2016) estas técnicas son ideales para la educación primaria y secundaria, pero no están pensadas para la educación superior, donde la población es adulta y el conocimiento es de una alta especialización. Sin embargo, en los últimos tiempos, es posible encontrar manuales referidos al uso de técnicas colaborativas en la universidad (Barkley *et al.*, 2007; Exley y Dennick, 2009), que incluso apelan a este nombre, pero la impronta funcionalista denuncia su raíz anglosajona.

Por el contrario, el enfoque del aprendizaje colaborativo se inscribe dentro de una epistemología socio-constructivista (Bruffee, 1993, citado por Roselli (2016)) donde el conocimiento es definido como un proceso de negociación o construcción conjunta de significados, válido para todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque el peso del concepto está puesto en el reconocimiento del valor de la interacción cognitiva entre pares, el aprendizaje colaborativo involucra también al docente y, en general, a todo el contexto de la enseñanza. Lejos de ser una aplicación circunstancial de técnicas grupales, promueve el intercambio y la participación de todos en la construcción de una cognición compartida. Por lo tanto, las raíces teóricas² del aprendizaje colaborativo, de inspiración neo-piagetiana y neo-vygotskiana, son muy

² Para un desarrollo exhaustivo de la Teoría del Aprendizaje Colaborativo, como la expresión más representativa del socioconstructivismo educativo, se recomienda leer Roselli (2016)

diferentes de la línea del aprendizaje cooperativo, más cerca de la corriente de los “pequeños grupos” y de las habilidades sociales.

Las ventajas del trabajo colaborativo en el aula, en cuanto a la promoción del pensamiento metacognitivo, la persistencia en el trabajo, la transferencia de aprendizajes y la motivación intrínseca de este tipo de aprendizaje se halla ampliamente analizada en la literatura (Cuseo, 1996; Domingo, 2008; Exley y Dennick, 2009; Felder y Brent, 2007; García y Troyano, 2010; González y García, 2007; Jones y Jones, 2008; Pujolàs, 2008; Tran y Lewis, 2012; Williams, 2007), por lo cual no será analizada aquí. También se han señalado algunos obstáculos como los que señala Slavin (1999) quien refiere al “efecto polizón”, es decir que algún miembro del equipo obtenga beneficios a merced del trabajo de sus compañeros sin apenas implicarse en la tarea. Otras dificultades las resume Gutiérrez del Moral (2009) al enfatizar en la reticencia que pueden mostrar los alumnos a trabajar de manera colaborativa por falta de costumbre, por la falta de cohesión y entendimiento entre los componentes del equipo, por la implementación de una evaluación poco adecuada, etc.

Por lo tanto, en este trabajo, se adopta al trabajo colaborativo como un modelo didáctico que aprovecha académicamente la sociabilidad natural del contexto institucional de enseñanza universitaria, básicamente colectivo. Este modelo incluye el trabajo en equipo, pero va más allá del simple colectivismo (hacer todo en grupo); incluye y mantiene las instancias individuales, solo que conecta el propio aprendizaje con el de los demás (Roselli, 2016). Dentro del aprendizaje colaborativo, dos componentes clave son el establecimiento de roles y la definición de objetivos. Según Johnson, Johnson y Smith (2014). El establecimiento de roles permite asignar responsabilidades específicas a cada miembro del equipo, optimizando así la cooperación y la eficiencia del grupo. Los roles pueden variar desde líderes hasta facilitadores y registradores, dependiendo de las tareas y objetivos del proyecto. Además, la definición clara de objetivos es crucial para orientar el esfuerzo colaborativo hacia la resolución efectiva de problemas. Los objetivos proporcionan un marco de referencia común que guía las actividades del equipo y asegura que todos los miembros trabajen hacia metas específicas y compartidas (Dillenbourg, 1999).

Por su parte, en este trabajo se pregunta por las actitudes de los estudiantes, y desde la Psicología social, según Melita (2012) se reconoce que no es fácil definir las actitudes. Por un lado, se trata de un término muy utilizado en el lenguaje cotidiano, y es justamente esa cotidianeidad la que dificulta su manejo a nivel teórico, porque puede crear una ilusión de claridad y precisión. Por otra parte, no hay un consenso para su definición y las diferencias entre autores más allá de las definiciones, tienen que ver con diferentes posturas epistemológicas y de comprensión del mundo social (Pallí y Martínez, 2004 citado por Melita, 2012). En este trabajo se toma por actitudes a un constructo teórico, es decir, no son directamente observables, sino que se infieren a partir de ciertas conductas específicas. Por lo tanto, toda actitud es una relación entre ciertos objetos o situaciones sociales y el comportamiento que los sujetos tienen hacia éstos, donde por relación se entiende que las actitudes tienen un carácter mediador, y son una variable intermediaria. Fundamentalmente, las actitudes son orientadoras

de la conducta, es decir, permiten prever cierta coherencia entre lo que se piensa, se dice y se hace, por eso resultan de interés para este trabajo.

Algunos factores que pueden influir en las actitudes de los estudiantes hacia el trabajo colaborativo son las experiencias previas que hayan tenido con este tipo de modalidad y las percepciones de los beneficios que puedan adquirir. Por ejemplo, según Johnson y Johnson (1999) los estudiantes que perciben que el trabajo colaborativo les ayuda a aprender más, a desarrollar habilidades valiosas y a mejorar sus relaciones con sus compañeros, tienden a tener actitudes más positivas respecto al aprendizaje. Además, influyen sus habilidades interpersonales, ya que los estudiantes con buenas habilidades de comunicación, empatía y resolución de conflictos podrían llegar a ser más propensos a tener actitudes aún más positivas hacia el trabajo colaborativo. Finalmente, también se acepta que el contexto, es decir las normas del grupo y la forma en que el docente estructura las actividades colaborativas, pueden influir en las actitudes de los estudiantes (Gillies y Boyle, 2010).

Las actitudes hacia el trabajo colaborativo tienen diversas consecuencias para su aprendizaje y desarrollo personal. Entre las más importantes se encuentran:

- **Motivación y participación:** Los estudiantes con actitudes positivas hacia el trabajo colaborativo tienden a estar más motivados para participar activamente en las actividades grupales, aportar sus ideas y esforzarse por el logro de objetivos comunes (Dillenbourg, 1999).
- **Aprendizaje:** el trabajo colaborativo puede mejorar el aprendizaje de los estudiantes en diversas áreas, como la comprensión conceptual, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Slavin, 1999).
- **Habilidades sociales:** El trabajo colaborativo proporciona a los estudiantes oportunidades para desarrollar habilidades sociales importantes, como la comunicación, la colaboración, la empatía y la resolución de conflictos (Johnson y Johnson, 1999).

Para este trabajo se tomará como modelo de la estructura de las actitudes, al más conocido dentro de la Psicología Social, el llamado “tripartito” o de los tres componentes (Becker, 1964 citado en Melita, 2012). Así las actitudes hacia el trabajo colaborativo están conformadas por componentes afectivos, cognitivos y comportamentales:

- a) **Componentes Afectivos:** Se refiere a las emociones y sentimientos que experimentan los estudiantes hacia el trabajo colaborativo, como disfrute, satisfacción, motivación o apatía
- b) **Componentes Cognitivos:** Se refieren a las creencias y conocimientos que los estudiantes tienen sobre el trabajo colaborativo, incluyendo su definición, características, ventajas y desventajas

c) Componentes Comportamentales o conductuales: Se refiere a la forma en que los estudiantes se comportan en situaciones de trabajo colaborativo, incluyendo su participación activa, disposición para colaborar, aporte de ideas y esfuerzo individual

Por lo tanto, los roles que se establecen dentro del equipo de trabajo colaborativo juegan un papel fundamental en la dinámica del grupo y en el logro de los objetivos (Slavin, 1999; Jaramillo-Valencia y Quintero-Arrubla, 2021); Johnson y Johnson, 1999). Sin embargo, estos roles no pueden definirse de manera efectiva sin considerar las actitudes que los estudiantes poseen hacia el trabajo colaborativo. Las actitudes positivas hacia el trabajo colaborativo pueden fomentar la disposición de los estudiantes para asumir diferentes roles dentro del equipo, de acuerdo a sus habilidades e intereses. Por ejemplo, un estudiante con una actitud positiva hacia el liderazgo puede estar motivado para asumir un rol de líder en el grupo, mientras que un estudiante con una actitud positiva hacia la colaboración puede estar dispuesto a asumir un rol de apoyo y mediación entre sus compañeros. Por el contrario, las actitudes negativas hacia el trabajo colaborativo pueden generar resistencia por parte de los estudiantes a asumir roles específicos, lo que puede obstaculizar la dinámica del grupo y el logro de los objetivos. Es por ello que resulta fundamental analizar las actitudes de los estudiantes para diseñar estrategias pedagógicas que fomenten actitudes positivas hacia el trabajo colaborativo y, en consecuencia, propicien la definición efectiva de roles dentro del equipo.

3. Material y métodos

En este trabajo se realizó un análisis cualitativo exploratorio, que forma parte de una investigación-acción más amplia cuya propuesta fue valorada como Buena Práctica por parte del Proyecto Transformación del Proceso de Aprendizaje-Enseñanza-Evaluación (TPAE), impulsado por el Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA), y que fue reconocido en 2023 como una de las 10 experiencias transformadoras e innovadoras.

Si bien se encuentra en la literatura sugerencias conducentes a la realización del trabajo colaborativo en el aula, se advierte que no es un trabajo sencillo y que requiere un compromiso de la institución, de los profesores y de los estudiantes (Collazos y Mendoza, 2006). En particular, se encuentra un conjunto exhaustivo de estrategias aplicables en la enseñanza universitaria en Roselli (2016), pero como se trató de una primera experiencia tanto para los docentes de las cátedras como para los estudiantes universitarios de segundo año, las estrategias empleadas para el trabajo colaborativo planteado fueron las siguientes:

- Los docentes de la cátedra generaron ocasiones de trabajo colaborativo para modelizar matemáticamente el juego “Lights out!”, con 12 encuentros semanales de aproximadamente 40 minutos.
- Se cambió la disposición de las aulas para favorecer la colaboración, proponiendo el armado de mesas por grupos.

- Se propusieron objetivos semanales o consignas que requerían la colaboración de cada uno de los estudiantes para resolverse, en las que todos tuvieran que aportar algo que conocían, pensaban o tuvieron que investigar.
- Se propuso la definición de roles para distintos miembros del grupo, cuyas definiciones quedaron a cargo de los propios estudiantes, pero ellos tenían libertad para cambiarlos en el proceso. Además, se incluyó en la consigna de trabajo responder a la pregunta ¿qué necesité del otro? ya que este reconocimiento refleja la interdependencia cognitiva, fundamental para la construcción conjunta de significados.
- Se armó en forma conjunta con los estudiantes una rúbrica para registrar la evaluación del trabajo de manera colaborativa, y los aprendizajes alcanzados.

Como instrumentos de recolección de la información para responder a las preguntas planteadas en la investigación más amplia, se utilizaron: una bitácora elaborada por los estudiantes, el informe final (17 informes fueron entregados en forma electrónica correspondiente a los grupos de trabajo colaborativos, que fueron numerados como Grupo 1, Grupo 2,..., Grupo 17, para garantizar el anonimato en este trabajo), que fue evaluado con la lista de cotejo y el análisis de las respuestas individuales al cuestionario de valoración de la propuesta que los estudiantes respondieron al finalizar la implementación.

El cuestionario fue elaborado con la herramienta Google Forms, al cual respondieron 44 estudiantes. El mismo contenía tres ítems: en el primero, mediante respuesta cerrada y obligatoria, solicitaba valorar globalmente el proyecto, en una escala de 1 a 5, desde “poco interesante” a “muy interesante”, respectivamente. El segundo ítem, también de respuesta obligatoria y cerrada, contenía 22 afirmaciones para lo cual se debían seleccionar una de las cuatro opciones: “muy en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “de acuerdo”, “muy de acuerdo”. Las 22 afirmaciones se referían al trabajo colaborativo, al juego y a la modelización algebraica del juego. Finalmente, el tercer ítem era de respuesta abierta y opcional, y pregunta a los estudiantes: “¿Qué cambios propones para mejorar la propuesta del proyecto?”.

Para responder a las preguntas planteadas en este trabajo, se analizaron las respuestas a las 7 preguntas del cuestionario, correspondientes al trabajo colaborativo y se triangularon con la información proveniente del contenido de las bitácoras de los estudiantes y los informes finales entregados, de los cuales se presentan fragmentos para la ilustración de resultados encontrados.

4- Resultados

Debido a que la propuesta se diseñó con el propósito de implicar activamente a los estudiantes que se encontraban cursando Álgebra lineal en la modelización matemática del juego “Lights out!”, mediante la adopción de una postura didáctica de trabajo colaborativo, reviste especial interés conocer a partir de la voz de los

estudiantes sus actitudes respecto a lo vivido y aprendido durante la implementación de la propuesta.

Se interpretan las actitudes de los estudiantes en primer lugar en términos generales hacia lo colaborativo, a partir de las respuestas al formulario, cuyos resultados, junto con los indicadores estadísticos básicos, se sintetizan en la Tabla II. Como se puede notar, se excluyó de la interpretación los resultados de la afirmación “Fue difícil organizarme para trabajar con mis compañeros” (P2) dado su elevado coeficiente de variación (mayor a lo comúnmente aceptado que es 0.4).

		Componente	Media	Desv. Estandar	Coef. de variacion
P1	Prefiero el trabajo colaborativo al trabajo individual.	Afectivo	3,1	0,90	0,29
P2	Fue difícil organizarme para trabajar con mis compañeros.	Afectivo	1,9	0,84	0,44
P3	El trabajo colaborativo promueve más la comprensión que la memorización.	Cognitivo	3,4	0,71	0,21
P4	Escuché a mis compañeros y evalué lo que expresaban, para poder llegar a un acuerdo.	Comportamental	3,6	0,54	0,15
P5	Pude organizar mis tareas para cumplir con mi rol en el grupo.	Comportamental	3,4	0,71	0,21
P6	Mi rol en el grupo estuvo bien definido.	Comportamental	3,3	0,68	0,20
P7	Es importante ver que los profesores trabajan en conjunto.	Afectivo	3	0,92	0,31

Tabla II: Respuestas a las preguntas del formulario referidas al trabajo colaborativo, organizada por el componente de la actitud asignado, con las medidas de tendencia central y dispersión básicos (media, desviación estándar y coeficiente de variación).

Luego se focalizó en la distribución y ejecución de roles (también a partir del formulario) y en el planteo de objetivos (a partir de las bitácoras y los informes), ambas acciones centrales en el trabajo colaborativo. En la Tabla III se presentan los componentes de las actitudes relativas al trabajo colaborativo (general, roles y objetivos) y el registro de investigación utilizado considerado para su análisis.

	Actitudes hacia el trabajo colaborativo en general	Actitudes hacia los roles en el trabajo colaborativo	Actitudes hacia los objetivos en el trabajo colaborativo
Componente cognitivo	P3	No se rastreó en ningún ítem del cuestionario	Bitácoras e informes
Componente afectivo	P1	Bitácora e informes	Bitácoras e informes
Componente comportamental	P4 y P6	P5, bitácora e informes	Bitácoras e informes

Tabla III: Registro considerado para analizar cada componente de la actitud (cognitivo, afectivo y comportamental) en función del aspecto del trabajo colaborativo (general, roles, y objetivos)

Para cada una se identifican, cuando fue posible, los componentes de las actitudes como se describió en el marco teórico-conceptual.

En lo que refiere al trabajo colaborativo en general, el componente cognitivo, se puede notar en cuanto a que la mayoría de los estudiantes (92%) considera que el trabajo colaborativo promueve la comprensión más que la memorización. Por su parte, el componente afectivo de las actitudes en general hacia el trabajo colaborativo también se evidencia en que gran parte de los estudiantes (el 80%) expresaron una clara preferencia por el trabajo colaborativo ante el trabajo individual, lo que denota que se sienten a gusto con el trabajo colaborativo. También contribuye a este componente afectivo de las actitudes al resultar sólo 7,5% quienes expresaron no sentirse cómodos con el trabajo colaborativo. Otro de los ítems del cuestionario, que aporta a esta dimensión afectiva, es que una gran parte (80%) apreció favorablemente que los profesores de distintos departamentos (Ciencias Exactas y Naturales e Ingeniería) trabajasen juntos. Esto es destacable, porque denota la relevancia del fuerte compromiso de los profesores de enseñar desde el ejemplo la colaboración, que es mucho más que una propuesta aislada de un solo profesor. Finalmente, casi la totalidad de los estudiantes (97,1%) expresó que logró escuchar a sus compañeros para poder llegar a un acuerdo (componente comportamental de las actitudes frente a los roles en el trabajo colaborativo).

La importancia de los roles resulta fundamental ya que se reconoce que la colaboración es efectiva si hay una interdependencia genuina entre los estudiantes de un mismo grupo, es decir, cuando hay necesidad de compartir información que lleve a comprender conceptos y obtener conclusiones; necesidad de dividir el trabajo

en roles complementarios, y necesidad de compartir el conocimiento en términos explícitos. Todo esto lleva a que los estudiantes estén comprometidos con su propio proceso de aprendizaje y entonces cobra especial importancia la definición de objetivos y problemas a resolver, lo cual a su vez requiere por parte de los estudiantes que entiendan qué actividades específicas se relacionan con sus objetivos y usen criterios para evaluar qué tan bien han logrado esos objetivos; ser "abiertos" a escuchar las ideas de los demás y a articularlas efectivamente, pudiendo identificar las fortalezas de los demás (Collazos y Mendoza, 2006).

Para las actitudes de los estudiantes con relación a los roles, si bien no es posible concluir acerca de cuán difícil les resultó organizarse para trabajar con sus compañeros (componente afectivo) debido a la dispersión en las respuestas, se encontró que algunos grupos expresaron que tuvieron que implementar estrategias que faciliten la coordinación y la planificación entre los miembros del equipo, y optaron por organizarse seleccionando por su cuenta herramientas de innovación digital como "Trello".

En cuanto a la asignación de tareas, ellos mismos se organizaron a partir del reconocimiento de sus propias fortalezas, y en el cuestionario un 87,5 % expresó satisfacción con su asignación de roles, reconociendo la misma cantidad de estudiantes, que pudo organizar sus tareas para cumplir con su rol en el grupo. Este resultado positivo sugiere que, en su mayoría, los estudiantes tienen una comprensión de sus responsabilidades dentro del grupo, lo cual es fundamental para el éxito del trabajo colaborativo. Se puede apreciar los aspectos comportamentales y afectivos de las actitudes respecto a los roles, en los siguientes fragmentos de producciones de los estudiantes:

"Las tareas se dividieron en base a cuáles eran las facilidades y preferencias de cada uno. Si alguno entendía mejor los temas que eran necesarios para realizar el trabajo, ese era el rol que se le asignaba" (Grupo 3).

"Las tareas fueron organizadas de forma que cada una de las integrantes estuviera cómoda con lo que hacía y todos tuviesen algo que hacer para aportar al proyecto, aunque no se puede mencionar que cada uno tuvo un rol específico, ya que en varios casos eso cambió, de acuerdo con cómo avanzaba el proyecto" (Grupo 9).

Así, de las producciones de los estudiantes emergieron los siguientes roles: el que buscó y compartió información sobre el juego, el que redactó el informe, el que redactó y diseñó la bitácora, el que resolvió de manera "artesanal" (en papel o en Excel) la solución del juego para algún caso particular, el que supo clasificar el sistema de ecuaciones que modela la solución del juego, el que explicó contenidos matemáticos o sobre el juego que los demás no comprendían, el que programó en Python la solución (particular o general), el que conectó la placa de Arduino para poder jugar al juego, el que consiguió los materiales, el que organizó el grupo adjudicando tareas y plazos a sus integrantes.

La asignación de roles y la necesidad de contar con “otro” para poder trabajar colaborativamente se reflejan en los ejemplos que se muestran en las Figuras 2 y 3 y 4, representando las respuestas de los integrantes del grupo, las cuales fueron extraídas de la bitácora del Grupo 11. Esta asignación de roles fue a su vez coordinada por la observación directa del profesor, así como por sus anotaciones detalladas en las notas de campo realizadas en cada instancia de trabajo.



Figura 2: respuesta del estudiante E1 del Grupo 11 ante la pregunta ¿qué necesité del otro?

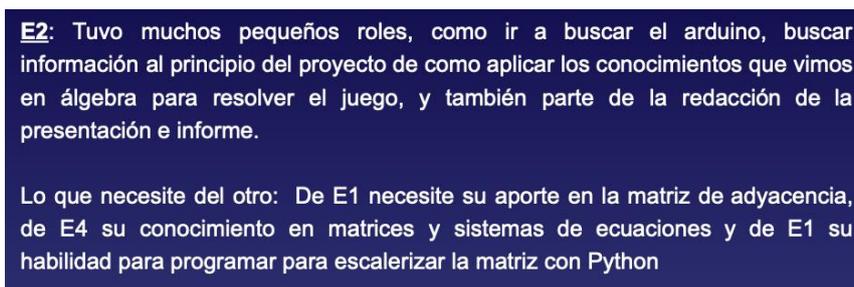


Figura 3: respuesta del estudiante E2 del Grupo 11 ante la pregunta “¿qué necesité del otro?”

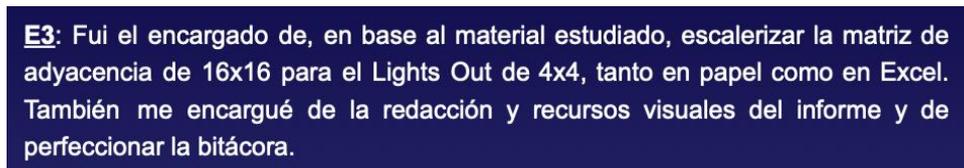


Figura 4: respuesta del estudiante E3 del Grupo 11 ante la pregunta ¿qué necesité del otro?

Con relación al establecimiento de objetivos y su consecución, de las bitácoras se nota que gran parte de los estudiantes (cerca del 80% de los equipos) determinó 3 objetivos por semana, y el resto de los equipos solamente plantearon un objetivo general para el proyecto. Esta práctica de fijar metas semanalmente fue introducida en un curso inicial que los estudiantes cursaron al comenzar su carrera, donde se les desafía a resolver problemas relacionados con el ámbito tecnológico e ingenieril. A modo de ejemplo, se muestra en la Figura 5, cómo el Grupo 15 determinó para la primera semana, 3 objetivos a conseguir y el respectivo grado de alcance y algunas cuestiones que se propusieron alcanzar.

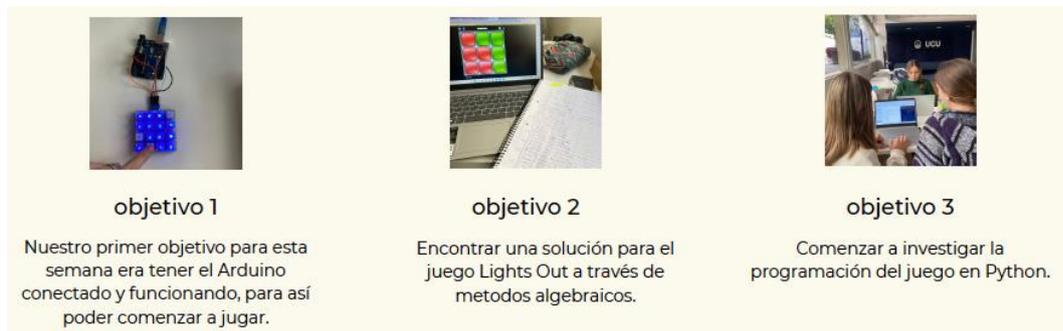


Figura 5: objetivos planteados para la para la semana 1 (arriba) y el grado de avance (abajo), formulados por el Grupo 15.

5. Conclusiones

En la literatura consultada se tiene por supuesto que el encuadre colaborativo entusiasma a docentes y a estudiantes, por la impronta innovadora que conlleva y porque el rescate de la sociabilidad crea un mejor clima de trabajo, pero también supone exigencias de trabajo y actuación que pueden resultar nuevas y rigurosas como el cumplimiento de las tareas encomendadas, puntualidad, adecuación individual al funcionamiento colectivo, sumado a las regulaciones institucionales que deben fomentar estas prácticas. El trasfondo de estas resistencias es, sin duda, la cultura individualista e individualizante que impregna los ámbitos institucionales educativos, y que el trabajo colaborativo propuesto da un primer paso para afrontar.

Aunque este trabajo es incipiente, nos aventuramos a reformular algunas características de las prácticas docentes que contribuyeron a fomentar actitudes favorables de los estudiantes universitarios hacia el trabajo colaborativo, como ser:

- Crear un contexto donde los estudiantes se sientan respetados y valorados, para favorecer el desarrollo de actitudes positivas hacia el trabajo colaborativo. En este sentido, se alentaba a los estudiantes a investigar y buscar información, siendo bienvenidos los intentos de programación del juego, aunque no logran el resultado esperado en el primer intento.
- Establecer expectativas claras: Se explicitaron las normas y comportamientos esperados durante las actividades colaborativas, ya que se debía encontrar el modelo de solución del juego, programarlo y presentar un informe final elaborado en forma conjunta con todos los participantes de cada equipo. También se alentó a que ellos mismos formularan sus propios objetivos de trabajo.
- Proporcionar apoyo y retroalimentación: Se realizó una retroalimentación constructiva a medida que los estudiantes iban avanzando mediante la revisión del documento del informe compartido con los docentes, y se alentaba a los estudiantes a seguir trabajando colaborativamente.
- Diseño de actividades colaborativas que resultaran relevantes para los estudiantes: En este caso, siendo futuros ingenieros resulta clave el desarrollo de soluciones a problemas que requieran una modelización matemática, y trabajo en equipo, donde es fundamental establecer roles para lograr la meta final.

- Fomentar la reflexión: Los docentes promovieron la reflexión en los estudiantes sobre sus experiencias en el trabajo colaborativo, ayudándoles a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, mediante la escritura de la bitácora, y el cuestionario final (objeto de análisis de este trabajo).

Por lo tanto, si bien se interpreta que las actitudes de los estudiantes con respecto al trabajo colaborativo resultaron favorables, estos resultados se deben complementar con el análisis del trabajo de modelación matemática que realizaron, y el aprendizaje construido, relativo a los contenidos de Álgebra lineal. Este análisis está en proceso, pero se puede adelantar aquí que el obstáculo estuvo más en la parte de la programación con Python más que en la modelización buscada, y aún así la totalidad de los estudiantes lograron solucionar el problema utilizando algunas herramientas más básicas (como una planilla de datos).

Lo más enriquecedor y que motiva a la continuidad del proyecto en el que se enmarca el proyecto es que los docentes responsables de la cátedra y los investigadores que lo orientaron pedagógicamente lo plantearon como una investigación-acción de innovación pedagógica, involucrando activamente a los docentes de la cátedra y a los alumnos. Los resultados del proyecto indican que los resultados son buenos, y que podrían implementarse, instancias comparativas entre formas de trabajo colaborativo pautadas explícitamente (como en este proyecto) y formas no-pautadas, como una forma de asegurar un buen encuadre organizativo, cuya ausencia es lo que comúnmente dificulta la coordinación colectiva.

6. Referencias bibliográficas

Anderson, M., Todd, F. (2017). Turning Lights Out with Linear Algebra. *Revista Mathematics magazine*, 71 (4), 300-303.

Anijovich, R., Cappelletti, G. (2018). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.

Barkley, E., Cross, P., Howell, C. (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo*. Morata.

Bergeson, T. (2000). *Teaching and Learning Mathematics. Using Research to Shift From the "Yesterday" Mind to the "Tomorrow" Mind*. Superintendent of Public Instruction.

Boavida, A., Da Ponte, J. (2011). Investigación colaborativa: potencialidades y problemas. *Revista Educación y Pedagogía*, 23 (59), 125-135. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/8712>

Borba, M., De Loiola Araújo, J. (2008). *Investigación cualitativa en educación matemática*. México: Cideccyt, Limusa.

Bourn, D., Neal, I. (2008). *The global engineer. Incorporation global skills within UK higher education*. Institute of Education University of London. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1492710/1/Global%20Engineer%20Web%20version.pdf>

Capote León, E., Rizo Rabelo, N., Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8 (1), 21-28. <http://rus.ucf.edu.cu/>

Collazos, C., Mendoza, J. (2006). Cómo aprovechar el "aprendizaje colaborativo" en el aula. *Revista Educación y Educadores*, 9 (2), 61-76.

Compte Guerrero, M., Sánchez del Campo Lafita, M. (2019). Aprendizaje colaborativo en el sistema de educación superior ecuatoriano. *Revista de Ciencias Sociales*, 15 (2), 131-140.

Coulibaly, D. (2023). *Lights Out: An Application of Linear Algebra over a Finite Field, Bachelor's Thesis*, Department of Mathematics, ETH, https://people.math.ethz.ch/~acannas/Student_Papers/BSc_Theses/2022_bsc_coulibaly_lights_out.pdf

Cuseo, J. (1996). *Cooperative Learning: Pedagogy for addressing contemporary challenges & critical issues in higher education*. Marymount Collage: New Forums Press.

Dillenbourg, P. (1999). *What do you mean by "collaborative learning"?* In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches*, 1-19. Elsevier.

Domingo, J. (2008). El aprendizaje cooperativo. *Revista Cuadernos de trabajo social*, 21, 231-246.

Exley, K., Dennick, R. (2009). *Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior. Tutorías, seminarios y otros agrupamientos*. Narcea.

Fazakas, B., Groza, A. (2022). *Generating and solving the Lights Out! Game in first order logic*. IEEE 18th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP).

Felder, R., Brent, R. (2007). *Cooperative Learning*. En P.A. Mabrouk, (Ed.), *Active Learning: Models from the Analytical Sciences*, 34-53. American Chemical Society.

García, A., Troyano, Y. (2010). Aprendizaje cooperativo en personas mayores universitarias. *Revista interamericana de Educación de Adultos*, 32 (1), 7-24.

Gillies, R., Boyle, M. (2010). Teachers' reflections on cooperative learning: issues of implementation. *Teaching and Teacher Education*, 26, 933-940.

González, N., García, M. (2007). El aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza-aprendizaje en psicopedagogía (UC): repercusiones y valoraciones de los estudiantes. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42 (6), 1-13.

González, J., Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Informe final, Proyecto Piloto - Fase 1*. Universidad de Deusto y Universidad de Groningen.

Gutiérrez del Moral, M. (2009). *El trabajo cooperativo, su diseño y su evaluación. Dificultades y propuestas*. UNIVEST09, <http://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/1956/217.pdf?sequence=1>

Jaramillo-Valencia, B., Quintero-Arrubla, S. (2021). Trabajando en equipo: múltiples perspectivas acerca del trabajo cooperativo y colaborativo. *Revista Educación y Humanismo*, 23 (41), 205-233.

Jarauta Borrasca, B. (2014). El aprendizaje colaborativo en la universidad: referentes y práctica. *Revista de Docencia Universitaria*, 12 (4), 281-302.

Johnson, D., Johnson, R., Smith, K. (1991). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Interaction Book Company.

Johnson, D., Johnson, R. T. (1999). *An overview of cooperative learning*. In L. K. Cooper (Ed.), *Handbook of research on learning and teaching*, 4, 243-276. Psychology Press.

Jones, K., Jones, J. (2008). Making Cooperative Learning Work in the College Classroom: An Application of the "Five Pillars" of Cooperative Learning to Post-Secondary Instruction. *The Journal of Effective Teaching*, 8(2), 61-76.

Madsen, M. (2010). Lights Out: Solutions using Linear algebra. *Revista Summation*, Department of Mathematics and Computer Science – Ripon College.

Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Revista Laurus*, 13 (23), 263-278.

Melita, G. (2012). La Psicología Social y su objeto de estudio. En G. L. Costa y E. D. Etchezahar (Comps.). *Temas de Psicología Social*. Ediciones de la UNLZ.

Mendible, A., Ortiz, J. (2007). Modelización Matemática en la Formación de Ingenieros. La Importancia del Contexto. *Revista Enseñanza de la Matemática*, 12 (16), 133-148.

Novaes, T., Almeida C. (2023). Un estado de conocimiento sobre la gamificación en la enseñanza de las Matemáticas. *Revista Unión*, 67, 1-15.

Pujolàs, P. (2008). *El aprendizaje cooperativo*. Graó.

Revelo-Sánchez, O., Collazos-Ordóñez, C., Jiménez-Toledo, J. (2018), El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. *Revista Tecno Lógicas*, 21 (41), 115-134.

Roselli, N. (1999). El mejoramiento de la interacción sociocognitiva mediante el desarrollo experimental de la cooperación auténtica. *Revista Interdisciplinaria*, 16 (2), 123-151.

Roselli, N. (2016). El aprendizaje colaborativo: Bases teóricas y estrategias aplicables en la enseñanza universitaria. *Revista Propósitos y Representaciones*, 4 (1), 219-280. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2016.v4n1.90>

Slavin, R. (1999). *Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica*. Buenos Aires: Aique.

Smith, P. C., MacGregor, J. T. (1990). Effects of cooperative learning and peer tutoring on high school chemistry students. *Journal of Educational Research*, 83 (4), 213-221.

Tran, V., Lewis, R. (2012). Effects of Cooperative Learning on Students at An Giang University in Vietnam. *Revista International Education Studies*, 5 (1), 86-99.

Williams, B. (2007). *Cooperative Learning: A Standard for High Achievement*. Thousand Oaks. Corwin Press.

Zabala-Vargas, S., García-Mora, L. (2022). Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students. *Revista Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18 (2).

Primer autor: Fanaro, María de los Ángeles

e-mail: HYPERLINK "mailto:mariangelesfanaro@gmail.com"
mariangelesfanaro@gmail.com

ORCID: HYPERLINK "https://orcid.org/0000-0002-9290-5450" \t "_blank"
<https://orcid.org/0000-0002-9290-5450>

Doctora en Enseñanza de las Ciencias, por la Universidad de Burgos (España). Investigador Independiente del CONICET con lugar de trabajo en el Núcleo de Investigaciones Sociales y Educativas (NEES) de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNICEN. Profesor Adjunto, Área Didáctica de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN.

Segundo autor: Artigue, Victoria.

e-mail: HYPERLINK "mailto:maria.artigue@ucu.edu.uy"maria.artigue@ucu.edu.uy

ORCID: HYPERLINK "https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-6753-0952"<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-6753-0952>.

Doctoranda en Educación por Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires UNICEN. Magister en Educación por Universidad ORT Uruguay. Profesora de Matemática por Universidad de Montevideo. Profesora de alta dedicación en la Universidad Católica del Uruguay. Profesora de Matemática de la Dirección General de Educación Secundaria de Uruguay.

Tercer autor: Gak, Joel.

e-mail: HYPERLINK "mailto:jgak@ucu.edu.uy"jgak@ucu.edu.uy

Doctor en Ingeniería Eléctrica por Universidad Nacional del Sur.

Magister en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica por Universidad Católica del Uruguay. Ingeniero en Electrónica por Universidad Católica del Uruguay. Director de Ingeniería en Electrónica, Sistemas Eléctricos de Potencia y Telecomunicación. Integrante del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1.

Cuarto autor: Nuñez, Gabriel.

e-mail: HYPERLINK "mailto:francisco.nunez@ucu.edu.uy"francisco.nunez@ucu.edu.uy

Doctor en Matemática por Facultad de Ciencias de la Universidad de la República. Magister en Matemática por Universidad de la República. Licenciado en Matemática por Universidad de la República, Uruguay. Director del departamento de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Católica del Uruguay.