

IMPACTO DEL AULA INVERTIDA CON TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN UN CURSO DEL CICLO BÁSICO DE INGENIERÍA

GUSTAVO MARTÍNEZ VILLALOBOS / DIEGO RUIZ RODRÍGUEZ

Resumen:

La implementación de la metodología *Flipped Classroom* y el uso de tecnologías emergentes en procesos educativos representan una apuesta innovadora al modelo tradicional, lo que implica también un relevante escenario de investigación de estrategias didácticas y medios digitales para la enseñanza y el aprendizaje. ¿Es posible enriquecer el aprendizaje de la Lógica y el pensamiento algorítmico con la inclusión de metodologías apoyadas en varias tecnologías emergentes? Este trabajo presenta resultados del uso de algunas de estas tecnologías en un curso de formación en el área de ingeniería. Se utilizó un enfoque metodológico de tipo cualitativo, evaluado a partir de encuestas a dos grupos de estudiantes de segundo semestre del curso de Matemáticas computacionales. Los resultados obtenidos indican mejoramiento actitudinal y en desempeño académico del estudiantado.

Abstract:

The implementation of the flipped classroom methodology and the use of emerging technologies in educational processes represent an innovative approach to traditional education, which also implies relevant research on teaching strategies and digital media for teaching and learning. Is it possible to enrich the learning of logic and algorithmic thinking with the inclusion of methodologies supported by various emerging technologies? This study presents the results of using some of these technologies in a basic engineering course. A methodological focus of a qualitative nature was employed, based on surveys of two groups of second-semester students in computational mathematics. The results indicate student improvement in attitudes and academic performance.

Palabras clave: tecnología educativa; alternativas educativas; pedagogía; ingeniería; métodos de enseñanza.

Keywords: educational technology; educational alternatives; pedagogy; engineering; teaching methodology.

Gustavo Martínez Villalobos: profesor asociado de la Universidad de Ibagué, Programa Ingeniería de Sistemas. Carrera 22 - Calle 67, Barrio Ambalá, 730001, Ibagué, Tolima, Colombia. CE: gustavo.martinez@unibague.edu.co / <https://orcid.org/0000-0003-4058-2036>.

Diego Ruiz Rodríguez: asistente de investigación de la Universidad de Ibagué, Grupo GESE, y estudiante de posgrado de la Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia, Colombia. CE: diruizro@unal.edu.co / <https://orcid.org/0000-0003-4998-5843>.

Introducción

Independientemente de la modalidad de educación formal, presencial, híbrida o a distancia, la inclusión de tecnologías emergentes (TE) en los procesos de enseñanza-aprendizaje ha ido en aumento en las instituciones educativas, aunque no hay muchos estudios que muestren resultados sobre su impacto en la formación de estudiantes de ingeniería. Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación cuyo objetivo general es la aplicación de la metodología del aula invertida (*Flipped Classroom*), apoyada con TE –incorporándola como medios digitales y recursos didácticos–, así como el análisis de los resultados de su inclusión en un curso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Ibagué, específicamente un curso de Matemáticas para computación, considerado transversal en la formación de ingenieras(os),¹ tanto en Colombia como en varios países latinoamericanos.

Cada día, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienen más presencia en el aula de clases y es muy necesario el desarrollo de procesos educativos planificados, donde se integren completamente estas tecnologías a la malla curricular y respondan de manera coherente a la metodología y a los objetivos planteados al estudiantado. Sin embargo, más que la tecnología, es primordial acumular aquellos principios con los cuales el profesorado actúe de una manera u otra en un determinado contexto educativo; es cierto que los docentes no solo pueden incorporar nuevos usos de las tecnologías digitales, sino que pueden avanzar hacia otras formas de comunicarse e innovar modelos de trabajo cara a cara, colaborativo y en red (Marcelo, 2013).

Asimismo, con esta iniciativa se busca un mayor nivel de interacción entre los actores del entorno de aprendizaje y el aprovechamiento de las ventajas ofrecidas por la metodología y las tecnologías, con una clara y verdadera intención pedagógica, integrándolas para ayudar al profesorado a identificar esas probables coincidencias entre su estilo de enseñanza y determinadas tecnologías emergentes.

El estilo, como rasgo distintivo y característico, ha sido una preocupación de los educadores tendiente a describir y estudiar las diferencias individuales respecto de la percepción, la personalidad, el procesamiento y la estructuración de la información. Existen diferentes modelos sobre los que se fundamentan distintas tipologías y definiciones de estilo vinculado al aprendizaje. Algunos de los modelos básicos son los de Myers y Briggs, Kolb, Dunn, Royce y Powell, Sternberg y Gardner (Miralles Martínez, 2006).

El aprendizaje es acción y oportunidad para crecer, por lo tanto, cada acto humano implica actividad (enseñar) y acción (aprender). Los estilos de aprendizaje son considerados esos nuevos caminos, entendidos como medios para facilitar el proceso formativo de la persona, con el fin de ayudar a su mejoramiento integral. La eficacia educativa radica en la formación y no en el aprendizaje. El profesor tradicional se cuestiona ¿cómo voy?, el del siglo XXI debe preguntarse, ¿cómo van mis estudiantes en su acción formativa? El docente debe brindar atención a las acciones y necesidades de aprendizaje del estudiante y no solo a su actividad de enseñar (Villalobos Pérez-Cortés, 2003).

La necesidad de aprender a comunicar y crear archivos en varios formatos (audio, imagen, video, texto u otro) está asociada con el carácter multimedial de la información y con los alfabetismos múltiples de los nativos digitales. Esta diversidad de formatos caracteriza a las nuevas culturas participativas (Reig-Hernández, 2010), que en la actualidad son inherentes a la convergencia de medios, más por un aspecto cultural que tecnológico.

Actualmente, un modelo pedagógico de gran aceptación es el constructivista-social, en el que la premisa más relevante es el aprendizaje social, en comunidad, porque requiere una negociación y reflexión entre pares. Las tecnologías emergentes posibilitan estos procesos de interacción, comunicación, relación y colaboración.

Aula invertida y TE en ingeniería

Algunas de las metodologías didácticas, apoyadas con tecnologías emergentes, ubicadas dentro del modelo constructivista-social son: el aprendizaje basado en tareas y proyectos, el aprendizaje colaborativo y el modelo del aula invertida. Con estas premisas, se formuló un proyecto de investigación a partir de la pregunta: ¿Es posible enriquecer el aprendizaje de la Lógica y el pensamiento algorítmico con la inclusión de metodologías apoyadas en varias tecnologías emergentes?

Flipped Classroom o aula invertida (AI) es un modelo pedagógico empleado por primera vez en 2007 por Bergmann y Sams, con el objetivo de que los estudiantes que no podían asistir a las clases tuviesen las mismas oportunidades (Tucker, 2012). Se trata de un enfoque integral que articula la instrucción directa –representada por el video– y las estrategias constructivistas dentro del aula que mejoran la reconstrucción conceptual, el compromiso y la implicación del estudiante con el contenido del

curso, a partir de la interacción entre él y una contextualización del aprendizaje.

Los principales dirigentes de la Red de Aprendizaje Invertido (Flipped Learning Network, 2014), anunciaron una definición concreta del *Flipped Learning* y los “cuatro pilares” que lo sustentan y que derivan en la sigla en inglés FLIP: *Flexible, Learning, Intentional, Professional*.

La metodología del aula invertida se enfoca en aprender haciendo, principal ventaja que da vuelta a la metodología de enseñanza tradicional y que para esta investigación es utilizada como referente metodológico en el desarrollo de las distintas actividades enmarcadas en el área de formación de ingeniería. El sistema estructural del AI rompe el paradigma de los estudiantes sobre su formación presencial a través del aprendizaje memorizado, y que ahora adquieren una autonomía didáctica de aprendizaje en casa y preparados para aclarar dudas y realizar lecciones en clase junto con el docente.

Para el desarrollo de la pregunta de investigación se ha utilizado un conjunto amplio de procesos y características del aula invertida y, junto a las tecnologías emergentes, se enmarca a través de un curso de formación para el área de ingeniería. Como sucede en la mayor parte de las instituciones de educación superior en Latinoamérica, el curso académico para enseñanza de la lógica de computación en la Universidad de Ibagué también está adscrito solamente a la malla curricular de la Facultad de Ingeniería y se orienta tradicionalmente a través de la clase presencial magistral, con la estrategia de talleres y utilizando herramientas de computación para propósitos instruccionales.

De cualquier modo, continúan siendo comunes estos problemas en el aula: desmotivación con las clases, falta de concentración y aprendizaje de los estudiantes y sus resultados académicos. El creciente desarrollo de tecnologías emergentes ofrece un escenario propicio para combinar estrategias que complementen las metodologías educativas tradicionales, pero con mayores desafíos y nuevos retos educativos.

Hasta el periodo académico 2014B, en la Facultad de Ingeniería de Unibagué existió un curso de primer semestre denominado Lógica computacional, que aportaba las bases para el siguiente curso de Estructuras de programación y formaba parte del plan de estudios de los programas de Ingeniería mecánica, en sistemas, industrial y civil.

A partir del semestre A de 2015, y después de una reforma curricular, se aprobó excluir el curso de Lógica computacional, a pesar del alto nú-

mero de estudiantes matriculados, y fue aprobado uno de Programación de computadores para todos los programas. Un estudio demostró posteriormente que el aumento de la mortalidad académica y la deserción en el área de programación tenía su origen precisamente en la falta del curso de Lógica como prerrequisito.

Con base en este estudio y como solución a la problemática del área, se autorizó la asignatura electiva de Matemáticas computacionales en el semestre 2018A y se aprobó el proyecto para explorar metodologías didácticas que fueran clave e innovadoras para responder a los requerimientos de formación y reintegrar este importante curso en toda la Facultad, relacionado con la esencia de las ciencias de la computación, fundamentalmente con temas de lógica matemática, sistemas numéricos, álgebra booleana, relacional y de conjuntos, circuitos lógicos, inferencia lógica y pensamiento algorítmico.

En la mayoría de las asignaturas de cualquier programa académico del área de ingeniería, la lógica es su herramienta formal de razonamiento, especialmente de las que están más relacionadas con las matemáticas y la programación de computadores (Fernández Vindel, Manjarrés Riesco y Díez Vegas, 2003) tales como: Álgebra, Análisis matemático, Matemática discreta, Métodos numéricos, Electrónica digital, Teoría de autómatas y lenguajes formales, Paradigmas de programación, Ingeniería de software, Bases de datos, etc. Definitivamente, se deben considerar nuevos modos de aprendizaje mixto o híbrido, ampliando los entornos de enseñanza-aprendizaje más allá del aula, integrando las modalidades formal e informal, y planteando experiencias con otras opciones tecnológicas para la educación. La adaptación a las situaciones de enseñanza a los objetivos de aprendizaje y a las interacciones pedagógicas es un requisito previo para cualquier uso de la tecnología (Tochon, 2012).

En el área de Educación de la Universidad de Ibagué, se han ido incorporando nuevos recursos informáticos, digitales y basados en tecnologías, con los cuales se está apoyando progresivamente al profesorado para poner en marcha nuevas metodologías de aprendizaje y de tecnología en sus aulas. De cualquier modo, el énfasis no está en sobredimensionar el uso de tecnología, porque esta puede también limitar o enmarcar, banalizar o potenciar la propuesta didáctica y pedagógica (Concari, 2014). Un factor importante es no creer que con esas tecnologías se enseña lo mismo que antes, pero con mayor eficiencia.

En la red se encuentra un alto número de recursos educativos digitales y aplicaciones (*apps*) disponibles en las diferentes tiendas virtuales, pero no hay muchos trabajos desarrollados para un curso transversal del ciclo básico de ingeniería, específicamente, de matemáticas para computación, que contiene varios temas relacionados con el componente tecnológico.

La educación apoyada en tecnologías ofrece oportunidades de renovar contenidos y métodos de enseñanza que permitan desarrollar nuevas competencias (Concari, 2014). Esto promueve el desarrollo de habilidades para el trabajo colaborativo, toma de decisiones, resolución de problemas y adaptación flexible a esos acelerados cambios que produce la sociedad del conocimiento.

Marco teórico

Los medios tecnológicos usados para la información y comunicación en el aula deben estar integrados en la malla curricular, como otro elemento, para desarrollar un proceso de innovación pedagógica más que tecnológica. El principio fundamental es que el aprendizaje de los estudiantes no esté en función del medio que se utilice, sino de las estrategias didácticas utilizadas por el profesor. El acento principal debe ponerse en aspectos pedagógicos. Paul Ramsden (MOOC-UM, 2016) plantea tres concepciones sobre la enseñanza: una de ellas es que se trata de organizar y proporcionar al alumnado todo aquello que debe aprender; una segunda visión, más evolucionada, es entender la enseñanza como un entorno en el que se organizan y proporcionan al estudiantado oportunidades para aprender; y la más evolucionada de todas es no dar al alumno opciones para aprender sino proporcionarle la posibilidad de crear su entorno de oportunidad para aprender.

Las TE hacen referencia a nuevas tecnologías que pueden demostrarse como disruptivas. Constituyen innovaciones en desarrollo que en un futuro cambiarían la forma de vivir y de producir, brindando mayor facilidad a la hora de realizar tareas o haciéndolas más seguras. Incluyen tecnologías discontinuas, derivadas de innovaciones, así como otras convergentes, más evolucionadas (Futuretech, 2013). El Educase Learning Initiative, el New Media Consortium y el Consortium for School Networking elaboran cada año, junto con el Departamento de Proyectos Europeos, un informe denominado *Horizon* (Corporación Colombia Digital, 2013). Algunas versiones del documento destacan el impacto que tendrán en el futuro

cercano las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en la investigación y en la creatividad de los estudiantes de educación superior.

En este informe anual se manifiesta que la gamificación como base del aprendizaje, la presentación interactiva de contenidos curriculares, así como el análisis de datos para evaluar a los estudiantes a través de TIC serán muy relevantes en la educación.

Los dispositivos móviles (teléfonos, tabletas) destinados al *Mobile Learning*, la realidad virtual o aumentada, el libro electrónico, los juegos educativos, las interfaces gestuales y herramientas analíticas de aprendizaje, los videos interactivos, los códigos QR o las infografías y los fotogramas son algunas de las tecnologías emergentes que han tenido gran impacto en la educación superior (Pozos, 2012).

Todo esto se enmarca en una perspectiva del aprendizaje y la enseñanza que resulta muy diferente a la tradicional, en donde se habla de palabras clave como: crear, pensar, compartir, buscar, construir, comentar, innovar, cooperar, etc. Se trata de dejar de poner el énfasis en lo que el docente enseña, que ha sido lo común durante la historia en nuestra enseñanza, en cómo y qué aprenden los estudiantes e incluso qué aprende el profesor. Los alumnos tendrán que aprender durante toda su vida, por eso, el proceso de entender cómo aprenden es muy importante.

El aula invertida es una metodología que implica “darle la vuelta a la clase”. Este giro supone un cambio en el rol del docente y del alumno, de tal manera que el estudiantado puede trabajar ciertos contenidos en casa para resolver, posteriormente, los problemas que puedan surgir en el aula a través de la interacción y la presencia activa (Adell y Castañeda, 2012).

En la clase invertida, el aprendizaje autónomo y colaborativo es una herramienta fundamental; el rol docente cambia de modo radical y se convierte en un guía del proceso, facilitando los instrumentos, diseñando y proponiendo la visualización en casa de diversos recursos digitales como el video, para crear al día siguiente la discusión en clase y reforzarla por medio de actividades que él profesor regula. Así, se convierte en un asesor que apoya, hace preguntas y genera discusiones en torno al tema a tratar (Guerrero Salazar, Prieto López y Noroña Medina, 2018).

Los estudiantes exploran videos y otros recursos audiovisuales a su propio ritmo, interactúan con sus pares y profesores y mantienen discusiones en línea si es preciso. La implicación de la tarea con los conceptos clave tiene lugar en clase con la ayuda del profesor (Tourón, Santiago y Díez, 2014).

Como se ha apuntado, se trata de no dar al alumno oportunidades para aprender, sino proporcionarle la posibilidad de crear su propio escenario de oportunidad de aprendizaje. Antes de llevar a cabo todo esto en un aula, se debe pensar en cuáles son las dimensiones del conocimiento: fáctico, conceptual, procesual o metacognitivo (Anderson y Krathwohl, 2001). Hoy en día se hace énfasis en las dos últimas y, en primer lugar, en los procesos, porque exigen que se tenga claro tanto el propio proceso como la capacidad de tomar decisiones y, en segundo término, que se sepa cómo aprender, porque si hay algo que está claro es que los estudiantes tendrán que aprender durante toda su vida. Además, se tiene que hablar de cuáles son los niveles de procesamiento: en la taxonomía de Bloom, el autor habla de habilidades de pensamiento de orden inferior y superior, hoy en día, teniendo en cuenta las tecnologías a las que se puede acceder, hay que centrarse en las de nivel superior, en crear, evaluar y analizar (Adell y Castañeda, 2012).

En ese sentido, el aula invertida se concibe como una estrategia que incrementa el compromiso, el desempeño, la apropiación de contenidos y las habilidades en la búsqueda de soluciones novedosas a los problemas (Li y Huang, 2017).

Por otro lado, también se requiere tener presente a qué enfoque pedagógico se hace referencia (Bower, 2010), no en una tendencia transmisora, sino que más bien una perspectiva dialógica de creación, conversación y aprendizaje entre estudiante y docente; una perspectiva construccionista y además trialing, en la que se aprende a hacer cosas juntos.

Johnson y Lundvall establecen una tipología de los aprendizajes (MOOC-UM, 2016) que se puede dar en los estudiantes, siguiendo este modelo constructivista; por ejemplo, a través de actividades en las que ellos aprenden haciendo, mediante el ensayo-error o de aquellas en las que se aprende buscando, interactuando y compartiendo.

Otros niveles importantes que se deben tener en cuenta son que, a más negociación, producción, participación, colaboración y asincronía, se tendrá una mayor innovación. Es decir, se trata de que los alumnos creen su propio entorno de aprendizaje. En un proceso de planificación didáctica, las estrategias metodológicas son concebidas como principios de procedimiento que guían el trabajo en clase y, a la par, debe existir una definición precisa de actividades, tareas y técnicas que permitan el desarrollo de las competencias básicas que debe lograr el alumno.

En cuanto a referentes de experiencias de investigación relacionadas con la incorporación de TIC y el modelo del aula invertida, es pertinente incluir la que se llevó a cabo en la Universidad de la Amazonia (Cano-Guevara y García-Quintero, 2016). Los autores reportan la implementación del AI utilizando como herramienta el entorno virtual de aprendizaje Moodle, en la asignatura de Lógica y algoritmos 1, de los grupos de Ingeniería de alimentos y de Ingeniería agroecológica. Concluyen que la incorporación de las TIC en el aula de clase va más allá de la adquisición de equipos tecnológicos, es necesario también cambiar la metodología con la que se enseña, de manera que se adapte a los recursos que se están usando y a las necesidades del entorno en el que se enseña.

Otro importante estudio de caso al respecto fue desarrollado en Madrid, con 151 estudiantes de ingeniería. A través de un cuestionario diseñado *ad hoc*, se recogieron sus percepciones sobre la experiencia respecto de los materiales y recursos, las ayudas docentes y su rol como estudiantes. Los principales resultados señalaron que el modelo AI favorece precisamente un rol activo que les exige un mayor esfuerzo y seguimiento diario (Salcines-Talledo, Cifrián, González-Fernández y Viguri Fuente, 2020). Los alumnos percibieron el ambiente dentro del aula y la participación en el proceso de aprendizaje. En varios trabajos se reconoce la importancia de continuar investigando acerca de la influencia de esta metodología en distintas áreas disciplinares.

Método

El enfoque utilizado fue de tipo cualitativo, se estudiaron las actividades, los asuntos, las relaciones, los medios, los materiales o instrumentos en el problema específico; lo que ha permitido explorar, reconocer y describir los datos del contexto y la realidad de la práctica educativa (Vera Vélez, 2008), a través de datos, indicadores y estudios. Conocer de cerca a los actores que intervienen es muy importante, identificar la influencia en la motivación y el desarrollo de habilidades en los estudiantes del curso a intervenir, a partir de actividades pedagógicas con apoyo de tecnologías emergentes. El trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad de Ibagué, mediante la caracterización de dos grupos de estudiantes de segundo semestre de la asignatura Matemáticas computacionales de la Facultad de Ingeniería.

Como instrumentos de recolección de información, se aplicaron listas de chequeo, observación y encuestas. Este tipo de cotejo permite centrar

la atención en aspectos de la propia lista e identificar, planificar, comparar o verificar un grupo de elementos (Hernández, 2010); son ayudas estructuradas para observación directa (Munch y Ángeles, 2009).

Los cuestionarios permiten obtener información de categorías del estudio proporcionada por los participantes. El tipo de muestreo aplicado, no probabilístico-incidental, se eligió por facilidad de acceso a la muestra, representativa de la población y seleccionada por los investigadores (Bisquerra Alzina y Sabariego Puig, 2004).

En la tabla 1 se muestran las distintas etapas del proceso de innovación docente, que fueron integradas a las actividades del proyecto:

TABLA 1

Etapas proceso de innovación docente

Etapas	Descripción
Diagnóstico de necesidades	Mediante una rúbrica diagnóstica, se detectan las principales fortalezas y debilidades de la asignatura, las necesidades evidenciadas por el docente y los estudiantes en relación con el diseño metodológico y los procedimientos evaluativos utilizados
Propuesta metodológica	Se decide en conjunto y, en función del diagnóstico de necesidades previo, en qué temática o contenido se va a implementar la innovación. Igualmente se define el objetivo de dicha implementación, el tipo y modalidad de aplicación, así como el procedimiento evaluativo más adecuado
Diseño metodológico	Se procede a co-diseñar el plan de innovación. Se estructuran los pasos para la implementación de la estrategia seleccionada con anterioridad. Asimismo, se definen las pautas de trabajo para los estudiantes y se preparan los insumos oportunos a efectos evaluativos
Implementación de la estrategia	En esta fase se ejecuta el diseño metodológico planificado anteriormente. La implementación de la innovación puede variar en términos de tiempo o modalidad. Durante esta etapa, el equipo asesor sigue facilitando apoyo al docente y retroalimentando el proceso
Evaluación de la implementación	Corresponde a la última fase del proceso de innovación. La evaluación se efectúa a varios niveles: en relación con la mejora de los resultados de aprendizaje de los estudiantes, atendiendo al grado de satisfacción de los alumnos y el docente con respecto a la metodología implementada, y midiendo la efectividad del plan piloto de capacitación docente diseñado

Fuente: Müller y Álvarez, 2017.

Cuando se habla de innovar en la docencia, hay que ser consciente de las posibilidades y limitaciones reales que enmarcan el ámbito educativo, así como tener en cuenta aspectos como la mentalidad del profesorado, incluyendo sus creencias pedagógicas y actitudes hacia el desempeño de su profesión; su carga académica y disponibilidad de tiempo; la existencia de referentes y ejemplos de buenas prácticas, así como las propias estrategias de formación. La innovación implica asumir riesgos ya que no se conocen a priori ni el camino ni los resultados que se van a obtener (Gros Salvat y Lara Navarra, 2009).

La innovación no solo es hacer las cosas distintas sino hacerlas mejores y mantener los cambios hasta que se logre consolidar la nueva cultura que estos conllevan necesariamente. La calidad de la enseñanza universitaria ha de atender a la del aprendizaje y de los recursos personales promovidos por la institución, entre ellos la formación y los proyectos de innovación, como elementos clave de la calidad institucional (Pagés, Hernández Escolano, Márquez, Bueno García *et al.*, 2016).

El equipo de trabajo incluyó un semillero de investigación y se diseñaron recursos educativos innovadores con TE, buscando equilibrio en grado de satisfacción de docentes y estudiantes: videos interactivos cortos, de máximo cinco minutos y en varios formatos, complementados con infografías, talleres, manejo de códigos QR y otras actividades educativas multimedia, con plataformas como: *Kahoot*, *Socrative*, *Edpuzzle*, *Powtoon*, *Wiremax*, *Verse* y *educaplay.com*. La selección pedagógica de las tecnologías se realizó en consenso, a partir de la experiencia docente y disciplinar de los investigadores y de la retroalimentación de los estudiantes del semillero que ya habían cursado la asignatura intervenida.

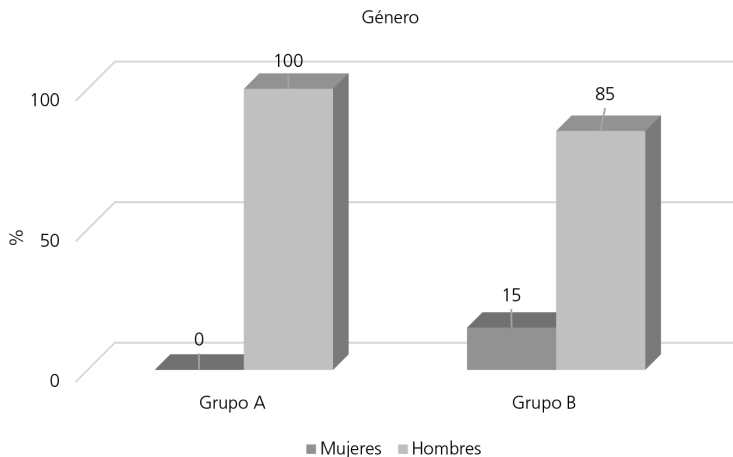
La aplicación de la propuesta en el objeto de observación se realizó en todos los módulos trabajados durante el semestre, pero con mayor énfasis en tres de ellos, seleccionados justamente por su nivel de dificultad conceptual, elección realizada con base en la experiencia docente del primer autor de este artículo, quien labora en la Facultad y ha trabajado durante varios años con este curso del ciclo básico de ingeniería. Para desarrollar las etapas del proceso de innovación docente e incorporar la metodología AI al curso de Matemáticas computacionales, se involucraron dos investigadores, tres asistentes de investigación, los estudiantes de la muestra, el director del programa de Ingeniería de sistemas y un docente del área de Educación.

Para el tema de inferencia lógica, del que menos apoyo digital se encontró en la red, se desarrolló adicionalmente un videojuego que facilita el aprendizaje de las reglas de inferencia y otro para el módulo de algoritmos. Estos recursos educativos se pueden integrar en cualquier sistema de gestión del aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés: *Learning Management System*). Se aplicó también un formato matriz de diseño de clase invertida y una encuesta preliminar aplicada en línea, en febrero del 2019, mediante un cuestionario de escala tipo Likert.

Para evaluar el logro de objetivos propuestos en esta investigación, el proyecto fue aplicado a estudiantes de segundo semestre de la materia Matemáticas computacionales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Ibagué.

La muestra la conformaron 34 estudiantes en un rango de edad entre 17 y 21 años, para formar dos grupos de control para medir el aprendizaje: el A, constituido por 14 hombres, de los programas de Ingeniería de sistemas, Electrónica, Industrial, Mecánica y transferencias, y el grupo B, conformado por 17 hombres y 3 mujeres del programa de Ingeniería de sistemas, de manera que, por género, los hombres tuvieron la mayor participación en ambos grupos (figura 1).

FIGURA 1
Género por grupos



Fuente: elaboración propia.

Durante la evaluación de las metodologías didácticas apoyadas con TE, se buscaba la opinión de cada estudiante, por ello se realizó una encuesta escrita de 15 preguntas basadas en el uso de estas tecnologías y en el modelo constructivista-social, para monitorear su grado de inconformidad y/o satisfacción por medio de la escala de Likert de cinco ítems, para lograr una fiabilidad y asertividad en las tabulaciones, gráficas y correlaciones realizadas en Excel. Además, se aplicaron algunas pruebas durante el desarrollo del curso y el transcurso del estudio para evaluar el mejoramiento continuo y significativo de los participantes.

Con la percepción favorable de los estudiantes de segundo semestre de Ingeniería se infiere un alto porcentaje de su aceptación a la intervención del curso de Matemáticas computacionales con TE. Más de 80% manifestó que el material utilizado hace atractivo e interesante el aprendizaje de la asignatura; 91.6%, que tuvo acceso a juegos didácticos y videos interactivos para ser observados en la casa, antes de la clase; y más de 95% consideró necesario explorar diversas metodologías y tecnologías aplicadas a la educación.

Resultados

Los resultados del estudio giran en torno a una pregunta concreta: ¿Es posible enriquecer el aprendizaje de la Lógica y el pensamiento algorítmico con la inclusión de metodologías apoyadas en tecnologías emergentes?

Primero, se analizó el grado de satisfacción de aprendizaje. La tabla 2 muestra el total de respuestas dadas por los estudiantes en cada ítem de la encuesta, donde las opciones “de acuerdo” y “muy de acuerdo” fueron las más seleccionadas; resultando significativas para la correlación de Pearson de los grupos A y B del grado total de satisfacción, ya que el coeficiente es de 99%, lo que significa que es positivo, muy alto y casi perfecto; la figura 2 muestra el crecimiento de satisfacción en ambos sobre los recursos digitales de tecnologías emergentes a lo largo de 2019.

De modo más específico, a continuación, se presenta un análisis estadístico descriptivo de los criterios más relevantes de los beneficios que trajo el uso de esta metodología didáctica en la asignatura de Matemáticas computacionales.

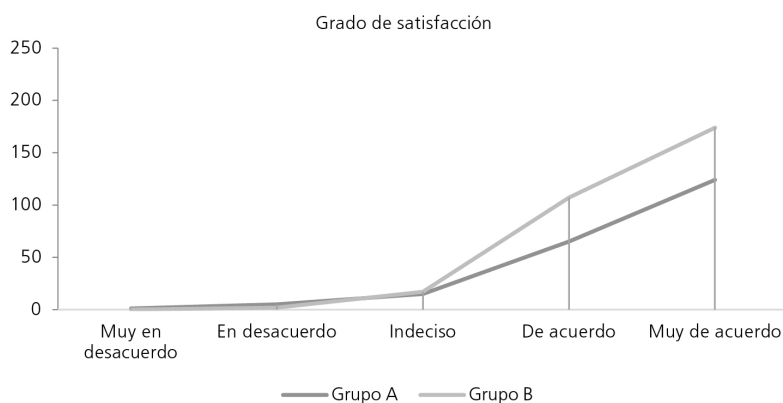
TABLA 2

Total de grado satisfacción detectado

Opciones	Grupo A	Grupo B
Muy en desacuerdo	1	0
En desacuerdo	5	2
Indeciso	15	17
De acuerdo	65	107
Muy de acuerdo	124	174

Fuente: elaboración propia.

FIGURA 2

Grado total de satisfacción

Fuente: elaboración propia.

1) *La metodología de clase invertida (Flipped Classroom) permitió mejorar el desempeño:* las respuestas indican un alto grado de satisfacción; el 86% del grupo A estuvo de acuerdo” y “muy de acuerdo” (50 y 36%, respectivamente) y el 90% del grupo B, con 60 y 30%, respectivamente.

2) *Desarrollar los ejercicios en clase y no en casa, facilita optimizar mis tiempos de estudio:* en este punto se concluye que hubo un alto grado de

satisfacción, dado que el grupo A indicó estar “muy de acuerdo” y “de acuerdo” con 86% (43 y 43%, respectivamente) y el grupo B con 95% (50 y 45%, respectivamente).

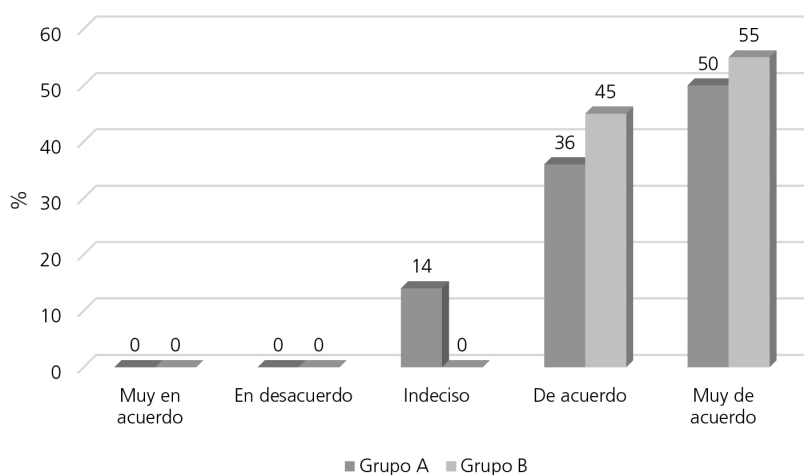
3) *Integrar el uso de tecnología en la práctica educativa es muy importante porque ayuda a retener los conceptos:* en este caso, los porcentajes más altos se concentran en “muy de acuerdo”, con 19% por parte del grupo A y 70% del B, comprobando que es bastante efectivo el uso de las tecnologías emergentes.

4) *Los talleres en clase facilitan interactuar más con los compañeros y el docente:* para ambos grupos, la respuesta mayoritaria fue “muy de acuerdo”, con porcentajes de 71 y 80%, respectivamente, confirmando los beneficios de las TE.

5) *La metodología del curso promueve el autoestudio a través de los recursos tecnológicos:* la mitad del grupo A indicó estar “muy de acuerdo”, 36% “de acuerdo” y 14% “indecisos”, mientras en el grupo B, 55% respondió estar “muy de acuerdo” y 45% “de acuerdo”. Examinando estas cifras podemos ver que los rangos de más valor están entre un alto grado de satisfacción (figura 3).

FIGURA 3

Autoestudio promovido



Fuente: elaboración propia.

6) *El manejo de herramientas y algunas tecnologías emergentes ayudó a mejorar mis competencias digitales:* para el grupo A, las respuestas se repartieron en cuatro ítems, pero los porcentajes de mayor valor se ubican en “muy de acuerdo” y “de acuerdo”, con 50 y 36%, respectivamente; las respuestas del grupo B se distribuyeron en tres ítems: “muy de acuerdo” con 45%, “de acuerdo” con 35% e “indeciso” con 20%. Para concluir, los estudiantes indicaron de acuerdo con este criterio ya que la mayoría de la probación se centra en los indicativos positivos.

7) *El aprendizaje basado en juegos es importante en este curso para desarrollar la creatividad:* los porcentajes más altos se encuentran en el grado de conformidad “muy de acuerdo” para el grupo B, con 70%, mientras que para el A, 50% señaló “muy de acuerdo” y 43% “de acuerdo”, esto indica que a medida que se aplicaron más tecnologías en el grupo B hubo un mayor grado de aceptación.

8) *Considero que en este curso se promueve el aprendizaje colaborativo:* los estudiantes respondieron de forma muy positiva al respecto, ya que el mayor porcentaje de satisfacción se evidencia en “muy de acuerdo” por parte del grupo A y el grupo B con 71% y 65% respectivamente.

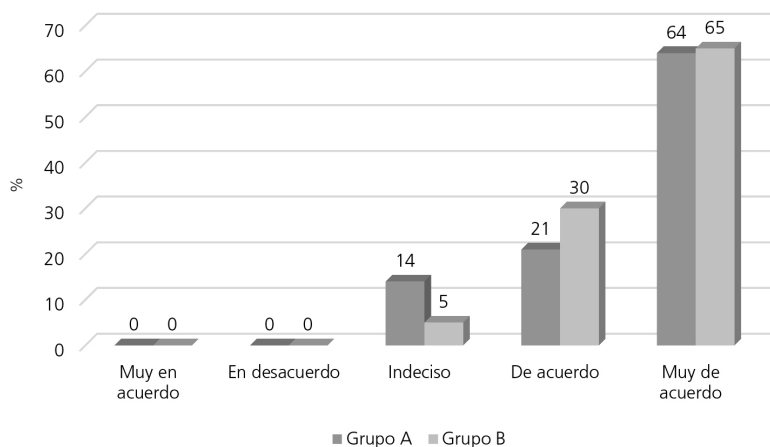
9) *Me gustaría que también se utilizaran tecnologías emergentes en las estrategias educativas de otras asignaturas:* este punto es uno de los que tiene mayor valor e importancia, ya que se espera demostrar el impacto y auge de las TE en los estudiantes. El resultado ha sido que los porcentajes más altos se encuentran en el grado de conformidad “muy de acuerdo”, con el 64 y 65%, casi igual el porcentaje en los grupos A y B, seguidos por la opción “de acuerdo”, con el 21 y 30%, respectivamente y, por último, por “indeciso”, con 14 y 5%, respectivamente (figura 4).

El hecho que no se tenga ningún valor negativo habla bien de la implementación de las tecnologías, tanto que la gran mayoría de estudiantes apoya que se usen en otras asignaturas.

Los resultados arrojados por medio de las encuestas en línea a los dos grupos inscritos a la materia de Matemáticas computacionales resaltaron el auge del desarrollo tecnológico que evoluciona con el paso del tiempo, volviendo significativo el enfoque de implementar tecnologías que apoyen procesos, en este caso educacionales. Las estrategias que incentivan el aprendizaje resaltan la buena estructura metodológica y cuando estas son apoyadas con recursos externos, como las TE, sobresale una transformación evolutiva exponencial en la motivación del estudiante.

FIGURA 4

Tecnologías emergentes como estrategias educativas de otras asignaturas (%)



Fuente: elaboración propia.

Un factor a destacar y que se evidencia en los resultados de las encuestas, es el análisis por parte de los estudiantes del grupo B, ellos identifican dentro de su proceso formativo la importancia de reconocer que las tecnologías emergentes son parte de la evolución y el desarrollo de muchos procesos incluyendo el educativo. De acuerdo con la pregunta 3, el grupo A, compuesto por distintas modalidades formativas y que no estuvo “muy de acuerdo” en *integrar el uso de tecnología en la práctica educativa*, tuvo una diferencia de 51% con respecto al grupo B, conformado por estudiantes que solo se encuentran en el proceso formativo de Ingeniería de sistemas.

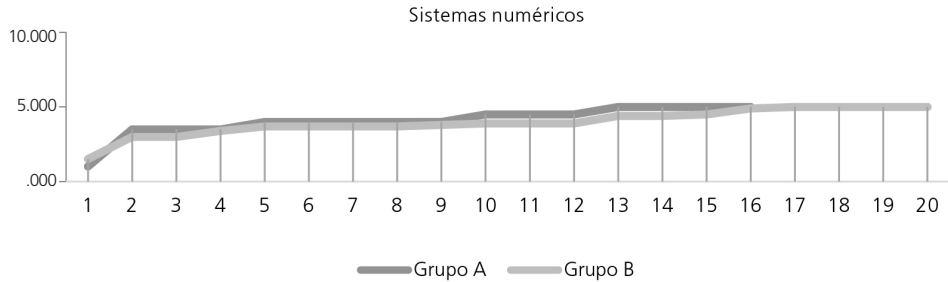
Hasta aquí, luego del análisis de los resultados provistos por la encuesta como mecanismo para conocer cierta tendencia con respecto al grado de inconformidad y/o satisfacción de la metodología didáctica, se puede decir que esta ha tenido un muy buen auge entre los estudiantes de Matemáticas computacionales. Sin embargo, es necesario medir el mejoramiento continuo y significativo de la población, de tal modo, este análisis se apoya en las pruebas que se aplicaron para los temas de sistemas numéricos, inferencia lógica y la evolución por cortes (periodos).

Para el tema Sistemas numéricos, las notas promedio del grupo A fueron de 4.06, y para el B de 3.97 (figura 5), mostrando una diferencia de 0.09

poco significativa, donde la relación entre los grupos es muy cercana, como lo muestra la figura 6, ya que los rangos de notas para el A estuvo en 75% entre 4.0 a 5.0, mientras que para el B, más de la mitad estuvo entre el rango de 3.0 a 4.0 y la otra parte en el rango alto.

FIGURA 5

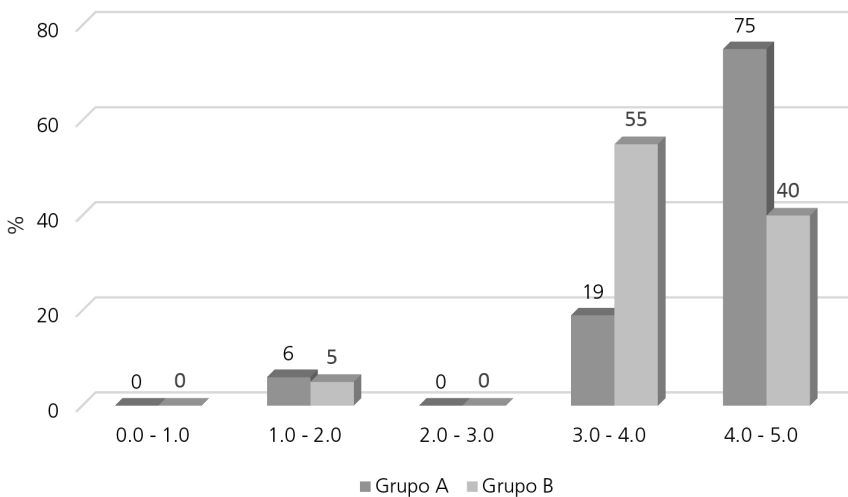
Relación de notas del tema sistemas numéricos



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 6

Rango de notas del tema Sistemas numéricos

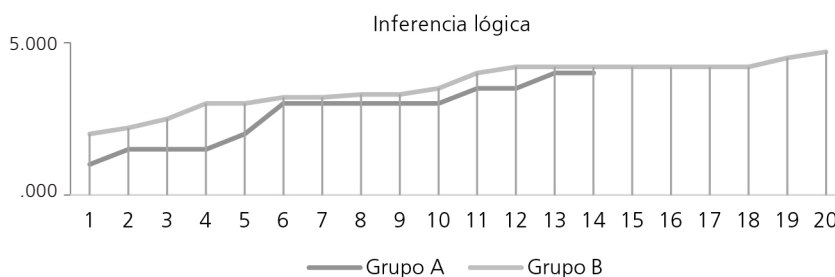


Fuente: elaboración propia.

Para el tema inferencia lógica, las notas promedio para los grupos A y B fueron de 2.68 y 3.59, respectivamente, con una diferencia alta (0.91), debido a que al grupo B se le facilitaron e implementaron más recursos digitales de tecnología emergente, mientras el grupo A tuvo menos herramientas (figura 7).

FIGURA 7

Relación de notas del tema inferencia lógica

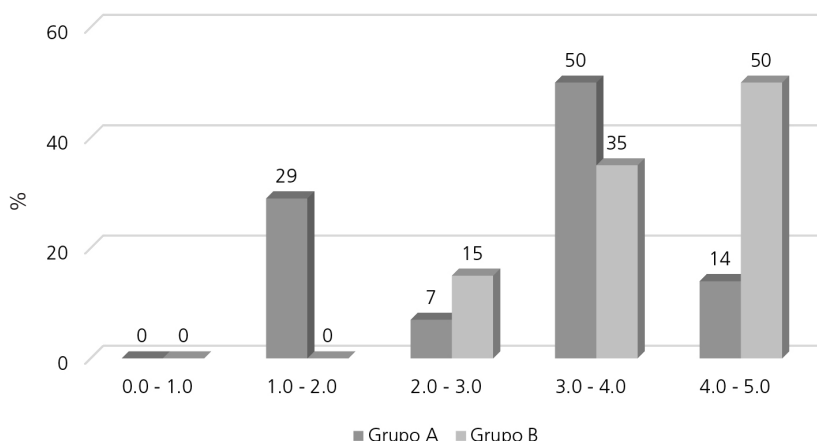


Fuente: elaboración propia.

Es decir, 29% del grupo A tuvo notas menores a 2.0 y 64% mayores a 3.0, mientras que en el B el 15% perdió el parcial y 85% lo aprobó, siendo 35% menores a 4, y 50% mayores a 4 (figura 8).

FIGURA 8

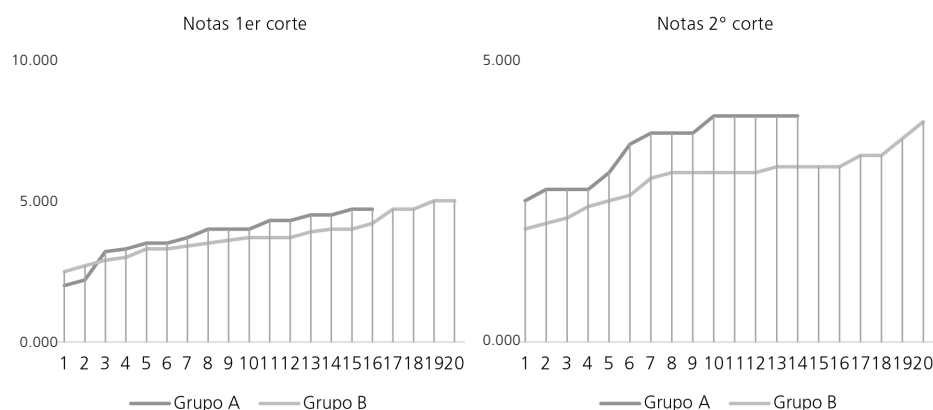
Rango de notas del tema inferencia lógica



Fuente: elaboración propia.

Con respecto a las notas que se tuvieron en los primeros cortes se puede decir que siempre hubo una relación cercana entre los grupos, ya que el promedio del primer corte para el grupo A fue de 3.79 y para el B de 3.72, con una diferencia demasiado pequeña (0.07), mientras que en el segundo corte el promedio fue de 3.46 y 2.92, con una diferencia media de 0.55 (figura 9).

FIGURA 9

Evolución de notas por corte

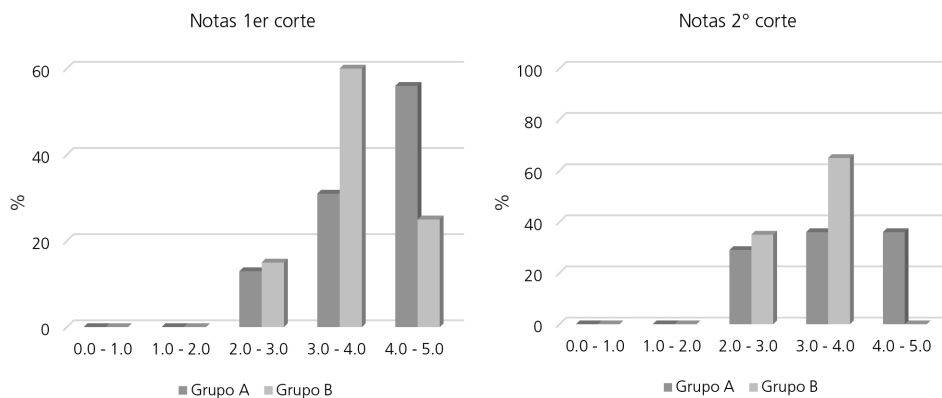
Fuente: elaboración propia.

La tendencia de notas altas siempre se evidenció en el grupo A ya que, en el primer corte, 56% obtuvo notas mayores a 4.0 y 31% un poco mayores a 3.0. En el segundo corte, 29% perdió y 72% aprobó (36% con notas entre 3.0 y 4.0 y el otro 36% con mayores a 4.0). Mientras 60% del grupo B pasó el primer corte con notas entre 3.0 a 4.0, 25% entre 4.0 y 5.0 y solo 15% perdió con notas mayores o iguales a 2.0; para el segundo corte, 65% de alumnos aprobó con notas entre 3.0 y 4.0 y el 35%, con mayores a 2.0 (figura 10).

Asimismo, se realizó una confrontación con las notas finales de estos mismos estudiantes y se obtuvo el siguiente resultado (figura 11): *a*) 41.53% aprobó la materia con una nota superior o igual a 3.0 y menor a 4.0; *b*) 54.13% obtuvo una nota superior o igual a 4.0; y *c*) 4.34% reprobó la asignatura (figura 11).

FIGURA 10

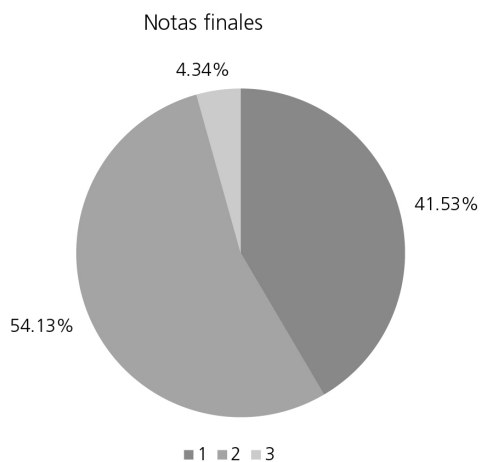
Rango de notas por corte



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 11

Confrontación de notas finales



Fuente: elaboración propia.

Discusión

A pesar de que la notas por corte no demuestren la mejora de habilidad, no significa que esta no exista; en un periodo son muchos los factores que se evalúan y afectan pero, como se puede observar en las figuras 9 y 10, en

las temáticas en que se implementaron las tecnologías emergentes se vio un mejoramiento continuo y significativo en ambos grupos, de acuerdo con el uso de los recursos digitales.

La motivación, participación, concentración y autoaprendizaje de los estudiantes de ambos grupos implementando TE evidencian una mejoría significativa y a medida que estas se usan en las distintas actividades formativas en la materia de Matemáticas computacionales, resalta una evolución en estos factores con el paso del tiempo; se construye una relación de entendimiento más adecuada entre el estudiante y el profesor y destaca que una estructura metodológica como el aula invertida se puede adecuar a cualquier proceso formativo interdisciplinar. Frente a la revolución que han significado las nuevas tecnologías, han surgido también nuevas estrategias pedagógicas y el aula invertida es una de ellas, que combina actividades presenciales y virtuales, mediadas por las TIC (Gaviria Rodríguez, Arango Arango, Valencia Arias y Bran Piedrahita, 2019).

A partir de los resultados obtenidos y la satisfacción expuesta por parte de los estudiantes, es evidente que la estrategia de cambiar o estructurar con nuevas metodologías educativas las clases tradicionales por parte del educador se vuelve cada vez más importante al facilitar el manejo que se le puede dar a la clase hasta en los temas más complejos y robustos. Por ello, el aula invertida propone un cambio significativo al aprendizaje y, cuando se acompaña de tecnologías emergentes, posibilita un nuevo marco de aprendizaje moderno, eficaz, efectivo, demostrativo y contundente en las habilidades de aprendizaje por parte de los estudiantes.

La validación del logro de varios de los objetivos inicialmente planteados pone de manifiesto que el uso de la TE en la educación va más allá de adquirir conocimientos y desarrollar habilidades. La percepción de los estudiantes sobre la experiencia de aprendizaje con la metodología del aula invertida, los videos interactivos y demás recursos educativos diseñados, corroboran los aportes publicados por otros investigadores, citados en este estudio, en cuanto a que contribuyen a una mayor motivación en el curso en el que se trabaja, modifican la cultura de clase tradicional, rompen esquemas dentro y fuera del aula.

La clase invertida permite nuevas propuestas didácticas con actividades pedagógicas activas, que hacen más agradable el escenario de aprendizaje (Adell y Castañeda, 2012). La literatura científica ha demostrado que los

estudiantes adquieren mayores conocimientos cuando se sienten involucrados y comprometidos con su propio aprendizaje, como lo manifiestan Carvalho y McCandless (2014).

Se detectó un impacto positivo en los estudiantes con los videojuegos para inferencia lógica y algoritmia. Esta actitud favorable que los jóvenes de hoy manifiestan hacia los videojuegos es la que a muchos profesores les gustaría encontrar en sus alumnos: interés, competitividad, cooperación, búsqueda de soluciones (Padilla Zea, 2011). Sin embargo, la gamificación y otras estrategias lúdicas no siempre son tan apreciadas; aquí también es debatible el poco valor que otorgan los profesores al uso del juego como medio para el aprendizaje (Gramigna y González-Faraco, 2009). Un valor muy relevante que incorporan los videojuegos es que aportan experiencias en modelos o simulaciones basados en la vida real (Gros Salvat, 2006); proporcionan un entorno rico para la experimentación en primera persona. Los elementos de un buen videojuego didáctico hacen la actividad de clase diferente de las demás, el manejo eficiente del tiempo tanto para los estudiantes como para el docente, y también la adaptación del videojuego al currículo, con un trabajo pensado y diseñado para el aprendizaje significativo (Martínez Villalobos y Ríos Herrera, 2019).

Conclusiones

El desarrollo de este trabajo sobre educación universitaria con mediaciones tecnológicas y la confrontación con relevantes estudios realizados acerca de la implementación del aula invertida, deja lecciones muy significativas relacionadas con la planificación y aplicación del modelo, tanto en entornos de formación presencial como en escenarios de aprendizaje virtual e híbrido.

La inclusión de las tecnologías emergentes se vislumbra como una adecuada estrategia educativa para las asignaturas del ciclo básico, ya que mejora el desempeño estudiantil, las habilidades profesionales de los ingenieros y las competencias digitales; desarrolla la creatividad; promueve el autoestudio y el aprendizaje colaborativo, y facilita la interacción en clase con los compañeros y el docente.

El aprender jugando involucra en la actualidad nuevas formas de concebir el proceso de enseñanza-aprendizaje y más cuando se utilizan tecnologías que facilitan su desarrollo, desde la elaboración en entornos básicos y tradicionales hasta plataformas de “arrastrar y soltar”. Los educadores pue-

den hacer uso de este concepto significativo en la comunidad estudiantil, adaptando sus temas principales y dando una perspectiva significativa y clara en su modalidad de enseñanza. Es aquí donde, sin importar la edad estudiantil, estimulan el pensamiento con una estructura didáctica distinta a las tradicionales; la manera en que los resultados de esta investigación demostraron el buen acogimiento del aprendizaje, significaron un cambio positivo en los procesos formativos.

Desde hace mucho tiempo se reclaman otras formas de enseñar y de aprender, más allá de las mediaciones tecnológicas. Estas formas deben revisarse y adaptarse a las nuevas formas de aprender, impulsar los procesos de innovación en la educación superior, implementar modelos híbridos, integrando las tecnologías emergentes con pedagogías activas. Mediante la presentación de propuestas de investigación educativa, también se puede integrar a las instituciones para trabajar todos juntos y activar nuevas estrategias didácticas que generen otras posibilidades y tiempos de cambio e innovación.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los participantes en este proceso investigativo, enmarcado en el proyecto interno *Metodologías didácticas apoyadas con tecnologías emergentes en un espacio académico de Lógica y pensamiento algorítmico*, financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad de Ibagué.

Nota

¹ En adelante, en este artículo se usará el masculino con el único objetivo de hacer más fluida la lectura, sin menoscabo de género.

Referencias

- Adell, Jordi y Castañeda, Linda (2012). *Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes?*, Barcelona: Asociación Espiral, pp. 13-32.
- Anderson, Lorin y Krathwohl, David (eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, Nueva York: Longman.
- Bower, Gordon H. (2010). "The evolution of a cognitive psychologist: A journey from simple behaviors to complex mental acts", *Annual Review of Psychology*, vol. 59, pp. 1-27. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093722>

- Cano-Guevara, Jennifer y García-Quintero, John Arley (2016). “Flipped Classroom en la enseñanza de lógica y algoritmos en la universidad de la amazonia; una sistematización de experiencias”, *Revista Científica*, vol. 26, núm. esp., pp. 53-61. <https://doi.org/10.14483/23448350.11090>
- Carvalho, Helena y McCandless, Margarite (2014). “Implementing the flipped classroom”, *Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto*, vol. 13, num 4, pp. 39-45.
- Concari, Sonia (2014). “Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos?”, *Latin-American Journal of Physics Education*, vol. 8, núm 3. Disponible en http://www.lajpe.org/sep14/13_LAJPE_899_Sonia_Concari.pdf (consultado: 15 de mayo de 2021).
- Corporación Colombia Digital (2013). “Aprender y educar con las tecnologías del siglo XXI”, *Colombia Digital* [sitio web]. Disponible en <https://colombiadigital.net/actualidad/noticias/item/1549-lanzamiento-libro-%E2%80%99Caprender-y-educar-con-las-tecnolog%C3%ADas-del-siglo-xxi%E2%80%9D.html> (consultado: 14 de mayo de 2021).
- Fernández Vindel, José Luis; Manjarrés Riesco, Ángeles y Díez Vegas, Francisco Javier (2003). *Lógica computacional*, Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Disponible en: www.cs.us.es/cursos/li-2003/li-g-2-3/libro-logica.pdf (consultado: 19 de mayo de 2021).
- Flipped Learning Network (2014). “Los cuatro pilares del *Flipped Learning*”, *Flipped Learning Network* [sitio web]. Disponible en <https://www.theflippedclassroom.es/los-cuatro-pilares-del-flipped-learning-los-conoces/> (consultado: 08 de noviembre de 2021).
- Futuretech (2013). “Las diez tecnologías emergentes más prometedoras de 2013”, *La Información*, 25 de febrero. Disponible en: <http://blogs.lainformacion.com/futuretech/2013/02/25/las-diez-tecnologias-emergentes-mas-prometedoras-de-2013/> (consultado: 25 de mayo de 2021).
- Gaviria Rodríguez, Diana; Arango Arango, Juan; Valencia Arias, Alejandro y Bran Piedrahita, Lemy (2019). “Percepción de la estrategia aula invertida en escenarios universitarios”, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 24, núm 81, pp. 593-164.
- Gramigna, Anita y González-Faraco, Juan (2009). “Videojugando se aprende: renovar la teoría del conocimiento y la educación”, *Comunicar*, núm. 33. <https://doi.org/10.3916/C33-2009-03-007> (consultado: 08 de noviembre de 2021).
- Gros Salvat, Begoña (2006). “La dimensión socioeducativa de los videojuegos”, *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, núm. 12. <https://doi.org/10.21556/edutec.2000.12.557>
- Gros Salvat, Begoña y Lara Navarra, Pablo (2009). Estrategias de innovación en la educación superior: el caso de la Universitat Oberta de Catalunya, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 49, pp. 223-245. <https://doi.org/10.35362/rie490681>
- Guerrero Salazar, Christian; Prieto López, Yeimer y Noroña Medina, Joaquín (2018). “La aplicación del aula invertida como propuesta metodológica en el aprendizaje de matemática”, *Revista Científica Espíritu Emprendedor TES*, vol. 2, núm. 1. <https://doi.org/10.33970/eetes.v2.n1.2018.33>

- Hernández, Ángel (2010). “Gestión de calidad y seguridad de pacientes en tiempo de crisis sanitaria”, *Anales de Pediatría*, vol. 93, núm.2, pp. 75-76. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.07.001>
- Li, Xianhua y Huang, Zuyi (2017). “An inverted classroom approach to educate MATLAB in chemical process control”, *Education for Chemical Engineers*, vol. 19, pp. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2016.08.001>
- Marcelo, Carlos (2013). “Las tecnologías para la innovación y la práctica docente”, *Revista Brasileira de Educação*, vol. 18, núm. 52, pp. 25-47.
- Martínez Villalobos, Gustavo y Ríos Herrera, John (2019). “Gamificación como estrategia de aprendizaje en la formación de estudiantes de ingeniería”, *Estudios Pedagógicos*, vol. 45, núm. 3, pp. 115-125. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052019000300115>
- Miralles Martínez, Pedro (2006). “Estilos de enseñanza y aprendizaje en escenarios educativos”, *Educatio Siglo XXI*, vol. 24, pp. 211-215. Disponible en: <https://revistas.um.es/educatio/article/view/164> (consultado: 8 de noviembre de 2021).
- MOOC-UM (2016). *Educación en un mundo conectado*, Murcia: Universidad de Murcia. Disponible en: <https://miriadax.net/web/educacion-en-un-mundo-conectado> (consultado: 14 de mayo de 2021).
- Müller, Dominique y Álvarez, Izaskun (2017). *Programa de Educación en Ingeniería, del proyecto CORFO 14ENI2-26905 “Nueva Ingeniería para el 2030”*, Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Munch, Lourdes y Ángeles, Ernesto (2009). *Métodos y técnicas de investigación*, Ciudad de México: Trillas.
- Padilla Zea, Natalia (2011). *Metodología para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo*, tesis de doctorado, Granada: Universidad de Granada. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=22581> (consultado: 19 de mayo de 2021).
- Pagés, Teresa; Hernández Escolano, Carme; Márquez, Dolors; Bueno García, Concepción; Abadía, Rosa; Ubieto Artur, M^a Isabel; Sabaté, Sarai y Jorba, Helga (2016). “La innovación como competencia docente en la universidad: innovación orientada a la mejora de aprendizaje”, *Aloma*, vol. 34, núm. 1, pp. 33-43. <https://doi.org/10.51698/aloma.2016.34.1.33-43>
- Pozos, Katia (2012). “Tecnologías emergentes, competencias digitales relevantes para el profesorado universitario en la sociedad del conocimiento”, ponencia presentada en las Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa (JUTE11), Sevilla, 17-18 de noviembre. Disponible en <http://www.academia.edu/2041230> (consultado: 19 de mayo de 2021).
- Reig-Hernández, Dolors (2010). “El futuro de la educación superior, algunas claves”, *REIRE. Revista d’Innovació i Recerca en Educació*, vol. 3, núm. 2, pp. 98-115. Disponible en <https://www.raco.cat/index.php/REIRE/article/view/196168> (consultado: 19 de mayo de 2021).
- Bisquerra Alzina, Rafael y Sabariego Puig, Marta (2004). “El proceso de investigación”, en R. Bisquerra Alzina (coord.), *Metodología de la investigación educativa*, Madrid: La Muralla, pp. 89-125.

- Salcines-Talledo, Irina; Cifrián, Eva; González-Fernández, Natalia y Viguri Fuente, Javier R. (2020). “Estudio de caso sobre las percepciones de los estudiantes respecto al modelo Flipped Classroom en asignaturas de ingeniería. Diseño e implementación de un cuestionario”, *Revista Complutense de Educación*, vol. 31, núm. 1, pp. 25-34. <http://dx.doi.org/10.5209/rced.61739>
- Tochon, François (2012). “Las tecnologías emergentes en las instituciones educativas: ventajas y riesgos potenciales”, *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, vol. 3, pp. 188-202.
- Tourón, Javier; Santiago, Raúl y Díez, Alicia (2014). *The Flipped classroom, Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje*, Navarra: Grupo Océano.
- Tucker, Bill (2012). “The Flipped Classroom”, *Education Next*, vol. 12, núm. 1. Disponible en <https://www.educationnext.org/the-flipped-classroom/> (consultado: 08 de noviembre de 2021).
- Vera Vélez, Lamberto (2008). *La investigación cualitativa*, San Juan: Universidad Interamericana de Puerto Rico. Disponible en <http://www.ponce.inter.edu/cai/Comite-investigacion/investigacion-cualitativa.html> (consultado: 19 de mayo de 2021).
- Villalobos Pérez-Cortés, Elvia (2003). *Educación y estilos de aprendizaje-enseñanza*, Ciudad de México: Universidad Panamericana/Publicaciones Cruz O.

Artículo recibido: 28 de mayo de 2021

Dictaminado: 5 de octubre de 2021

Segunda versión: 11 de noviembre de 2021

Aceptado: 22 de noviembre de 2021