



Revista Virtual Universidad Católica del Norte

ISSN: 0124-5821

editorialucn@ucn.edu.co

Fundación Universitaria Católica del Norte

Colombia

Cardona-Posada, Sirwuendy; Caro, Edgar Orlando; Jiménez-Builes, Jovani Alberto

Metodología didáctica usando estrategias activas para la  
enseñanza y aprendizaje en grupos masivos de estudiantes

Revista Virtual Universidad Católica del Norte, núm. 74, 2025, Enero-, pp. 4-30

Fundación Universitaria Católica del Norte

Medellín, Colombia

DOI: <https://doi.org/10.35575/rvucn.n74a2>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194280468002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante

Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia

Cardona-Posada, S., Caro, E. O., & Jiménez-Builes, J. A. (2025, enero-abril). Metodología didáctica usando estrategias activas para la enseñanza y aprendizaje en grupos masivos de estudiantes. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (74), 4-30.

<https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n74a2>

## **Metodología didáctica usando estrategias activas para la enseñanza y aprendizaje en grupos masivos de estudiantes**

*Didactic methodology using active strategies for teaching and learning in massive groups of students*

### **Sirwuendy Cardona-Posada**

Magister en Educación

Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad de Medellín

Medellín, Colombia

[sicardona@udemedellin.edu.co](mailto:sicardona@udemedellin.edu.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0003-0249-0827>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001959300](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001959300)

### **Edgar Orlando Caro**

Doctor en Ciencias de la Educación

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Tunja, Colombia

[edgar.caro@uptc.edu.co](mailto:edgar.caro@uptc.edu.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-2877-4687>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000346349](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000346349)

### **Jovani Alberto Jiménez-Builes**

Doctor en Ingeniería-Sistemas

Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia

Medellín, Colombia

[jajimen1@unal.edu.co](mailto:jajimen1@unal.edu.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-7598-7696>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000203220](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000203220)

**Recibido:** 16 de mayo de 2024

**Evaluado:** 1 de octubre de 2024

**Aprobado:** 3 de diciembre de 2024

**Tipo de artículo:** Investigación.

## Resumen

Esta investigación aborda la influencia de las tendencias pedagógicas y tecnológicas en la enseñanza y el aprendizaje, enfocándose en mejorar prácticas educativas en asignaturas críticas, como Fundamentos de Programación, para grupos masivos de estudiantes. Su objetivo fue desarrollar y evaluar una metodología didáctica centrada en el aprendizaje basado en problemas y colaborativo, asistido por computadores, para grupos masivos de estudiantes. Se implementaron estrategias pedagógicas en 35 grupos, de 35 estudiantes cada uno, utilizando aprendizaje basado en problemas y colaborativo, promoviendo la participación activa y la optimización de la retroalimentación; como método utilizado. Dentro de los resultados se evidenció un aumento significativo en el compromiso y participación activa de los estudiantes, una mejora en la comprensión de los conceptos de programación y una optimización en el manejo del tiempo y recursos. Se concluye que la metodología didáctica aplicada demostró efectividad, modernizando las estrategias tradicionales de enseñanza, fomentando el aprendizaje auto dirigido y colaborativo, y mejorando el rendimiento académico en entornos con grupos masivos de estudiantes. Además, promovió habilidades críticas, compromiso estudiantil, proactividad y trabajo en equipo.

**Palabras clave:** Algoritmos; Aprendizaje activo; Aprendizaje colaborativo; Educación en línea; Método de enseñanza.

## Abstract

This research examines the influence of pedagogical and technological trends on teaching and learning, focusing on improving educational practices in critical courses such as Foundations of Computer Programming for massive groups of students. Its goal was to develop and evaluate a didactic methodology centered on computer-assisted, problem-based, and collaborative learning for massive groups of students. Pedagogical strategies were implemented in 35 groups of 35 students each, employing problem-based and collaborative learning to foster active participation and optimize feedback processes. The results demonstrated a significant increase in student engagement and active participation, improved understanding of programming concepts, and more

efficient time and resource management. In conclusion, the applied didactic methodology proved effective, modernizing traditional teaching strategies, promoting self-directed and collaborative learning, and enhancing academic performance in settings with large groups of students. Moreover, it encouraged critical skills development, student commitment, proactivity, and teamwork.

**Keywords:** Algorithms; Active learning; Collaborative learning; Online education; Teaching method.

### **Introducción**

Los avances en las tendencias pedagógicas y tecnológicas han configurado escenarios que enriquecen los procesos de enseñanza y aprendizaje. El uso de tecnologías recientes ha permitido que los estudiantes realicen sus actividades sin que el tiempo y el espacio sean factores limitantes. Durante la pandemia de COVID-19, estas innovaciones se utilizaron de manera obligatoria como un método remedial para ofrecer formación en diversos niveles educativos. No obstante, estos cambios requirieron un esfuerzo significativo tanto de profesores como de los estudiantes para alcanzar los objetivos educativos, incluyendo la adaptación de contenidos y evaluaciones a los nuevos formatos virtuales.

En educación superior, asignaturas como Cálculo, Física, Química y Programación de Computadores son fundamentales para la formación de profesionales, principalmente en ingeniería. Estas asignaturas, frecuentemente son ofrecidas en grupos masivos, las cuales presentan altos índices de repitencia. Mejorar las prácticas educativas en estos contextos requiere una actualización pedagógica para los profesores y una mayor concientización de los estudiantes sobre la importancia del aprendizaje activo y autónomo.

Específicamente, la asignatura de Fundamentos de Programación requiere estrategias pedagógicas innovadoras. Esta investigación propone el uso de estrategias activas basadas en el aprendizaje basado en problemas (PBL) y aprendizaje colaborativo asistido por computadores (CSCL) para fomentar la participación y mejorar la retroalimentación a los estudiantes. La metodología didáctica busca optimizar los recursos de manera pragmática, promoviendo la

innovación, interactividad, eficacia, eficiencia, excelencia y calidad en la enseñanza de en los grupos masivos.

Este artículo está distribuido de la siguiente manera: en el siguiente capítulo se presenta el marco teórico; luego, se exteriorizan los materiales y métodos asociados a la investigación. Después, se exhibe la metodología didáctica a través de los resultados. En la siguiente sección, se muestra la discusión, para finalmente exponer las conclusiones y referencias bibliográficas.

## Marco teórico

A continuación, se presentan los conceptos clave sobre los cuales se enmarcó la investigación, a saber: estrategias de enseñanza y aprendizaje, la cual incluye la enseñanza en grupos masivos y aprendizaje activo (PBL y CSCL), y, finalmente, algoritmos y programación.

## Estrategias de enseñanza y aprendizaje

Las estrategias de enseñanza y aprendizaje son herramientas fundamentales en el ámbito educativo, diseñadas para facilitar la transmisión de conocimientos y el desarrollo de habilidades en los estudiantes. Abarcan una amplia variedad de técnicas, enfoques y métodos pedagógicos que los profesores utilizan de manera intencionada para promover un aprendizaje significativo y proactivo. Se fundamenta en principios pedagógicos y científicos que guían la planificación, implementación y evaluación de actividades educativas (Weinstein & Mayer, 1983).

En su esencia, representan un conjunto dinámico de prácticas educativas que buscan optimizar el proceso de adquisición de conocimientos, habilidades y competencias por parte de los estudiantes. Desde el uso de tecnologías innovadoras hasta técnicas tradicionales de enseñanza, estas estrategias se adaptan a las necesidades específicas de los estudiantes, objetivos de aprendizaje y contexto educativo en general (Mayor Martins & Gresse Von Wangenheim, 2023). A continuación, se presentan dos tipos de estrategias, a saber: enseñanza en grupos numerosos y estrategias activas.

### ***Enseñanza en grupos numerosos***

La enseñanza en grupos masivos o numerosos es un aspecto crucial en el ámbito educativo contemporáneo, especialmente en entornos académicos públicos, donde el servicio de educación superior está en constante aumento. Este concepto se refiere al proceso de impartir conocimientos, habilidades y competencias a un gran número de estudiantes simultáneamente, en aulas o salones de clase con capacidad para una excesiva cantidad de participantes.

Este enfoque pedagógico presenta desafíos y oportunidades únicas para los educadores, ya que requiere estrategias específicas para garantizar la productividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre los desafíos más comunes se encuentran: atención individualizada, participación activa de todo el estudiantado y retroalimentación personalizada. No obstante, la enseñanza en grupos numerosos también ofrece la oportunidad de fomentar el aprendizaje colaborativo, intercambio de ideas y diversidad de perspectivas, enriqueciendo así la experiencia educativa (Michaelsen et al., 2023).

Para abordar estos desafíos y aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece, es fundamental que los educadores empleen una variedad de estrategias pedagógicas efectivas. Esto puede incluir el uso de tecnología educativa, como aulas virtuales o plataformas de aprendizaje en línea, para facilitar y complementar la interacción e intercambio de información entre estudiantes y profesores. Además, es importante promover un ambiente de aprendizaje inclusivo y participativo, donde cada estudiante se sienta valorado y motivado para contribuir a su proceso formativo (Pardo Calvache et al., 2024; Wang et al., 2023).

### ***Aprendizaje activo***

Otras estrategias pedagógicas comunes incluyen el aprendizaje basado en problemas (PBL), que involucra la realización de tareas prácticas relacionadas con situaciones de la vida real; así como, también, se tiene el aprendizaje colaborativo (CSCL), donde los estudiantes trabajan en grupos para resolver problemas o realizar proyectos (Zembylas, 2023). A continuación, se presentan ambas estrategias, las cuales se enmarcan en la clasificación del aprendizaje activo.

**Aprendizaje basado en problemas.** El aprendizaje basado en problemas (PBL, por sus siglas en inglés) se presenta como un enfoque pedagógico diseñado para que los estudiantes desarrollen la capacidad de analizar y resolver situaciones reales, recurriendo a la búsqueda activa de información y a la colaboración en equipo (Tambak et al., 2023). La esencia del PBL radica en introducir los problemas prácticos antes de que el estudiante adquiera el conocimiento formal, motivándolo a indagar por su cuenta el contenido pertinente para hallar soluciones. Esta dinámica se distingue de los métodos educativos clásicos o tradicionales, donde la resolución de problemas surge tras la transmisión del saber. A diferencia de estos enfoques convencionales, en el PBL las soluciones no están determinadas de antemano, y el estudiante debe explorar fuentes de información no proporcionadas explícitamente. Una de sus ventajas es que el alumnado puede marcar su propio ritmo de trabajo y determinar la secuencia de pasos a seguir al abordar el problema, reflejando así el entorno profesional al que se enfrentará tras finalizar sus estudios (Gallagher, 2023).

**Aprendizaje colaborativo.** El aprendizaje colaborativo mediado por computadoras (*Computer-Supported Collaborative Learning*, CSCL) se presenta como una estrategia educativa enfocada en crear entornos que favorezcan el desarrollo de competencias individuales y grupales, principalmente a través de la interacción y el debate entre los estudiantes durante la asimilación de nuevos conceptos. Además, el CSCL puede concebirse como un conjunto de metodologías pedagógicas orientadas a optimizar el proceso formativo mediante el uso de herramientas tecnológicas, con el fin de estimular el crecimiento integral —tanto cognitivo como personal y social—. En este modelo, cada integrante del grupo asume la responsabilidad no solo de su propio aprendizaje, sino también del progreso colectivo (Nolan, 2022).

Las herramientas tecnológicas que facilitan la interacción, sin importar el espacio y tiempo, son: el foro de debate, correo electrónico y chat. Para implementar un foro de debate se pueden usar plataformas gestoras del aprendizaje (*Learning Management System*, LMS), como, por ejemplo: Moodle (Segovia-García, 2024). Para el correo electrónico (*email*) se puede emplear las cuentas institucionales que ofrecen las entidades educativas o, en su defecto, usar correos electrónicos gratuitos, como, por ejemplo: Gmail. El chat puede ser implementado usando el servicio de mensajería instantánea (cibercharla) que ofrecen las plataformas de correo electrónico o mediante aplicaciones de los celulares, siendo las más conocidas: Whatapps y/o Telegram.

En la Tabla 1 se presentan algunos referentes de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, en el contexto de Latinoamérica.

**Tabla 1**

*Referentes de estrategias de enseñanza y aprendizaje en Latinoamérica.*

| Estrategias                     | Proyectos                                                      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Enseñanza en grupos masivos     | Red Iberoamericana de Universidades Públicas, RIU              | La RIU está compuesta por universidades públicas de 23 países iberoamericanos, incluyendo todos los países de Latinoamérica. La red promueve la colaboración en el desarrollo de proyectos de enseñanza para grupos masivos.                                                                                                      |
|                                 | Plataformas de MOOC                                            | Coursera y edX ofrecen cursos en línea a estudiantes de todo el mundo, incluyendo Latinoamérica.                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                 | Khan Academy                                                   | Los recursos educativos están disponibles en español y portugués, lo que los hace accesibles para estudiantes de toda Latinoamérica.                                                                                                                                                                                              |
|                                 | Mirian Puga                                                    | Trabaja en proyectos de enseñanza en grupos masivos en varios países de Latinoamérica.                                                                                                                                                                                                                                            |
| Aprendizaje basado en problemas | Red Latinoamericana de Aprendizaje Basado en Proyectos, RELABP | Es una red de instituciones educativas, investigadores y profesionales que trabajan juntos para promover el PBL en Latinoamérica. La red ofrece recursos, apoyo y oportunidades de colaboración para aquellos interesados en implementar PBL en sus contextos educativos.                                                         |
|                                 | PBL en las escuelas rurales colombianas                        | Este proyecto analiza la implementación del PBL en escuelas rurales colombianas, destacando los desafíos y oportunidades de esta estrategia pedagógica en este contexto.                                                                                                                                                          |
|                                 | PBL para la enseñanza de la historia                           | Este proyecto describe la implementación de PBL para la enseñanza de la historia en las escuelas secundarias mexicanas, evaluando su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.                                                                                                                                                |
|                                 | Proyecto Enlaces                                               | Es una iniciativa del Ministerio de Educación de Chile que busca integrar las tecnologías de información y comunicación (TIC) en el sistema educativo. Facilita el acceso a recursos digitales, formación docente y plataformas de colaboración, contribuyendo al desarrollo de competencias digitales y al aprendizaje conjunto. |
| Aprendizaje activo              | Red Escolares                                                  | Es un programa de México que crea comunidades de aprendizaje colaborativo a través del uso de TIC. La red conecta a estudiantes y docentes de diferentes regiones del país, permitiendo el intercambio de conocimientos y experiencias educativas.                                                                                |
|                                 | Programa Huascarán                                             | Es una iniciativa peruana que busca mejorar la educación en áreas rurales y urbanas marginales de Perú mediante el uso de TIC. Se centra en la capacitación de docentes y estudiantes en el uso de herramientas digitales, fomentando el aprendizaje colaborativo y el acceso a recursos educativos en línea.                     |

*Nota.* Adaptación de los autores.

## **Fundamentos de programación**

Los fundamentos de programación (también conocidos como algoritmos y programación) constituyen un componente esencial en la formación de profesionales en campos relacionados con la informática, ingeniería, matemáticas y disciplinas afines. Esta área del conocimiento abarca los principios básicos y fundamentales para la creación y desarrollo de software, desde los conceptos más elementales hasta las estructuras de datos y algoritmos más avanzados.

En su esencia, proporcionan a los estudiantes una comprensión profunda de los principios subyacentes de la programación de computadores, así como las habilidades prácticas necesarias para escribir, depurar y mantener código fuente de manera productiva, legible y eficiente. Esto incluye la familiarización con diferentes lenguajes, técnicas de resolución de problemas, diseño algorítmico y buenas prácticas de programación (Hauser et al., 2023).

En el contexto académico, la asignatura de Fundamentos de Programación sirve como una piedra angular para la comprensión de disciplinas más avanzadas en informática, matemáticas e ingeniería de software. Proporciona a los estudiantes las herramientas y conocimientos necesarios para abordar problemas complejos y desarrollar soluciones innovadoras en áreas como la inteligencia artificial, desarrollo web, ciberseguridad y computación en la nube, entre otros (Kong et al., 2020). Además, no solo se centran en la adquisición de habilidades técnicas, sino que también promueven el desarrollo de habilidades cognitivas y analíticas, pensamiento crítico y resolución de problemas. Estas habilidades son esenciales en el entorno laboral digital actual, donde la demanda de profesionales con experiencia en programación y desarrollo de software sigue en aumento (Piedade et al., 2020).

## **Materiales y métodos**

En este capítulo se describen las pautas del diseño del experimento presentado en el manuscrito, a saber: Infraestructura tecnológica, recursos humanos, diseño y enfoque del estudio (población y muestra, distribución por grupos y tipo de muestreo, análisis de los datos, y técnicas de recolección de datos).

## **Infraestructura tecnológica**

Los cuatro recursos de infraestructura que se utilizaron para adelantar el estudio fueron:

Plataforma LMS: se utilizó Moodle como plataforma principal para gestionar el aprendizaje, donde se implementaron foros de debate, chats y herramientas de evaluación.

Herramientas de comunicación y colaboración: se hizo uso de aplicaciones de mensajería como WhatsApp y Telegram, además de correos electrónicos institucionales para facilitar la comunicación sincrónica y asincrónica.

Software de programación: Python fue seleccionado como el lenguaje de programación principal para los ejercicios y proyectos, debido a su accesibilidad y amplio uso en el ámbito académico.

Recursos multimedia: se usaron videos explicativos, tutoriales interactivos, y documentos de referencia disponibles en la plataforma LMS para apoyar el autoaprendizaje de los estudiantes.

## **Recursos humanos**

Los recursos humanos necesarios para adelantar el presente estudio fueron:

Profesor principal: responsable de la planificación general del curso, elaboración de los problemas a resolver y supervisión del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Asistente de docencia: encargado de monitorear el desempeño de los estudiantes, proporcionando asistencia técnica y pedagógica, y facilita la comunicación entre el profesor y los estudiantes.

Estudiantes: fue la población objeto de estudio.

## **Diseño del estudio**

El estudio se diseñó utilizando un enfoque cualitativo-cuantitativo (mixto) para evaluar la efectividad de la metodología didáctica basada en el PBL y CSCL. Se implementó en la asignatura de Fundamentos de Programación para estudiantes de Ingeniería, Estadística y Ciencias de la

Computación, en grupos masivos, los cuales fueron subdivididos a su vez, en grupos más pequeños.

### ***Enfoque del estudio***

El estudio siguió un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión integral de la efectividad de la metodología didáctica propuesta. El enfoque cuantitativo se aplicó para medir el impacto de la metodología en términos de compromiso, participación activa y rendimiento académico de los estudiantes. El enfoque cualitativo se utilizó para explorar y comprender las experiencias y percepciones de los estudiantes y profesores respecto a la implementación de las estrategias pedagógicas.

### ***Población y muestra***

La población objeto del estudio estuvo compuesta por estudiantes de los programas académicos de Ingeniería, Estadística y Ciencias de la Computación de una universidad pública en Colombia, específicamente inscritos en la asignatura Fundamentos de Programación. La población total de participantes constó de  $n = 1,225$  estudiantes, distribuidos en 35 grupos, cada uno con aproximadamente 35 estudiantes, asegurando una representación adecuada de los diferentes programas académicos involucrados.

### ***Distribución por grupos***

Cada grupo se subdividió en equipos más pequeños de 5 a 7 personas para facilitar el trabajo colaborativo e interacción proactiva.

## ***Tipo de muestreo***

El muestreo fue no probabilístico e intencional. Se eligieron intencionadamente grupos de estudiantes con diversas características demográficas y académicas, asegurando la inclusión de estudiantes con diferentes niveles de habilidad y experiencia en programación.

## ***Análisis de datos: métodos cuantitativos***

Evaluación del rendimiento académico mediante la comparación de calificaciones antes y después de la implementación de la metodología, y análisis estadístico de la participación y compromiso de los estudiantes.

## ***Análisis de datos: métodos cualitativos***

Análisis de las discusiones en los foros, retroalimentación de los estudiantes y observaciones del asistente de docencia.

## ***Técnicas para la recolección de información: cuantitativas***

***Encuestas.*** Se diseñaron encuestas estructuradas con preguntas cerradas y escalas Likert para medir el nivel de compromiso, satisfacción y percepción de la metodología didáctica por parte de los estudiantes. Estas encuestas se administraron antes y después de la implementación de la metodología didáctica.

***Evaluaciones académicas.*** Se recopilaban datos de las calificaciones de los estudiantes en las diferentes evaluaciones (formativas y sumativas) de la asignatura para analizar el impacto en su rendimiento académico.

***Técnicas para la recolección de información: cualitativas***

**Entrevistas semiestructuradas.** Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con una selección de estudiantes y profesores para explorar sus percepciones y experiencias detalladas sobre la metodología didáctica.

**Grupos focales.** Se organizaron grupos focales con estudiantes para discutir colectivamente sus experiencias y obtener una comprensión más profunda de los desafíos y beneficios percibidos de la metodología.

Esta ruta metodológica proporcionó un marco riguroso y ético para evaluar la efectividad de la metodología didáctica en la enseñanza de Fundamentos de Programación en grupos masivos de estudiantes, combinando análisis cuantitativos y cualitativos para obtener una visión completa y detallada de los resultados del estudio.

**Resultados**

A continuación, se presentan las etapas de la metodología didáctica y la arquitectura tecnológica que soporta la misma y que permitió, además, validar el diseño del experimento. Luego, en el capítulo de la discusión se exhibe el análisis de los resultados de las metodologías cuantitativas y cualitativas.

Una metodología didáctica es un conjunto de principios, estrategias y técnicas que orientan la práctica educativa, con el propósito de facilitar el aprendizaje significativo y desarrollo integral de los estudiantes. Su aplicación adecuada contribuye al logro de los objetivos educativos y al éxito en la formación de individuos competentes y comprometidos con su propio proceso de aprendizaje (García-Morales et al., 2021).

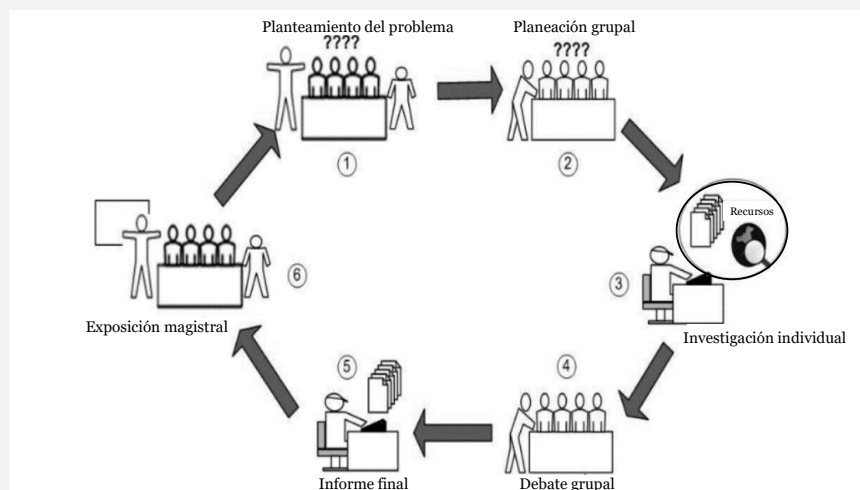
A continuación, se presenta la metodología didáctica, la cual se orientada a grupos masivos, y que es el producto central de esta investigación. La asignatura se denomina Fundamentos de Programación y se dicta para 16 programas académicos de Ingeniería, adicional a otros dos programas: Estadística y Ciencias de la Computación. Es una asignatura con un alto índice de repitencia. De acuerdo con el análisis previo se ha concluido que es imperioso modificar los métodos tradicionales con los que se ha venido dictando esta asignatura. El cambio debe de incluir

de manera radical el protagonismo de los estudiantes en la formulación y argumentación de diferentes alternativas de solución de los problemas reales planteados, pasando de un perfil pasivo propio de las estrategias pedagógicas tradicionales, a uno más activo (Flórez & Moreno, 2021).

La metodología didáctica tiene en cuenta los fundamentos de dos estrategias de enseñanza y aprendizaje, a saber: enseñanza en grupos numerosos y aprendizaje activo (PBL y CSCL). Se implementó un foro de debate para que los estudiantes se comuniquen entre sí, sin importar el tiempo y el espacio, y de esta manera propiciar el CSCL. La asignatura es idónea para implementar los anteriores enfoques pedagógicos y tecnológicos (McConnell, 2001). Lo anterior es porque, como se indicó previamente, se deben de proponer alternativas de solución a los diferentes problemas, realizar demostraciones para validar su funcionamiento mediante pruebas de escritorio, defender la solución ante los demás actores y codificarlas en un lenguaje de programación de computadores. La Figura 1 muestra las seis etapas que contempla la metodología didáctica.

**Figura 1**

*Etapas de la metodología didáctica*



*Nota.* Adaptación de Cardona (2023).

## **Etapas de la metodología didáctica**

A continuación, se describen cada una de las etapas de la metodología, a saber: Planteamiento del problema, Planeación grupal, Investigación individual, Debate grupal, Informe final, y Exposición final (Figura 1).

### ***Planteamiento del problema***

En esta primera etapa, el profesor se reúne con todos estudiantes y les indica uno o varios problemas a solucionar durante el tiempo que dura una unidad básica de aprendizaje (UBA) dentro del periodo académico. Esta es la única sesión en donde el profesor reseña la descripción de manera completa, los problemas a utilizar y también les puede recomendar bibliografía para que los estudiantes adquieran los contenidos asociados a la unidad. El profesor, también, puede tener como colaborador a un monitor o asistente de docencia, el cual tendrá, dentro de otras funciones, observar el desempeño de los estudiantes, brindándoles colaboración en todo momento. Esta primera sesión se orienta a un grupo aproximado de 35 estudiantes.

### ***Planeación grupal***

En esta segunda etapa, los estudiantes se subdividen en grupos de aproximadamente 5 a 7 personas. El propósito es analizar y planear cómo van a abarcar la solución de los problemas indicados por el profesor en la etapa anterior, así como también los mecanismos de comunicación sincrónica y/o asincrónica a utilizar para comunicarse entre ellos, y qué recursos didácticos van a usar para abarcar los contenidos. En esta etapa, los estudiantes plantan hipótesis y teorías. Se designa un secretario dentro del equipo, el cual se encarga de tomar nota de aquellas opiniones y/o aportes productivos de sus compañeros de equipo.

### ***Investigación individual***

Cada estudiante asume la responsabilidad de comprender y asimilar los contenidos relacionados con los problemas expuestos en la primera etapa. Posteriormente, identifica y propone nuevos temas que, según su juicio y análisis del problema, considera relevantes. Una vez interiorizados estos conceptos, los estudiantes desarrollan posibles soluciones, las cuales pueden compartir con sus compañeros utilizando herramientas y canales de colaboración.

### ***Debate grupal***

Los estudiantes, después de haber asimilado los contenidos de manera individual, se reúnen de manera presencial con los demás compañeros para socializar los hallazgos más significativos encontrados, y luego proceden a formular la solución más apropiada a los problemas planteados. Es bueno contar que esta solución debe de ser validada mediante la realización de varias pruebas de escritorio. De igual manera, los estudiantes deben de argumentar sólidamente las soluciones propuestas. Para lograr todo lo anterior, ellos pueden previamente haber utilizado el CSCL. En esta etapa los estudiantes cuentan con algo más de experiencia y conocimiento.

### ***Informe final***

Entre todos los estudiantes elaboran un documento final el cual contiene la solución a los problemas planteados, incluyendo las conclusiones, recomendaciones y fuentes de consulta, entre otros. Este documento es colocado en los diferentes canales de comunicación e interacción del CSCL.

### ***Exposición magistral***

Luego de finalizar las etapas anteriores, nuevamente se reúnen con el profesor para sustentar y argumentar la solución a los problemas planteados. El profesor y el asistente de docencia, continuamente, han estado monitoreando los canales de interacción a través del CSCL.

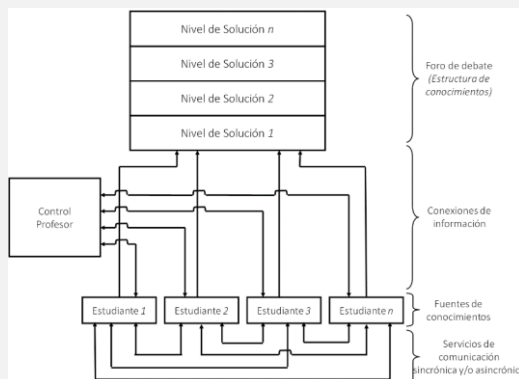
En esta etapa, el profesor resuelve las dudas y/o vacíos en los conocimientos. También, se realiza la evaluación la cual consiste en que el profesor, al finalizar cada una de las UBAs, le pregunta a cada uno de los estudiantes cual valoración se merece su proceso de aprendizaje (evaluación formativa). Así mismo, a los pequeños grupos se les pregunta por la valoración que merecen, de acuerdo con su desempeño, solución, argumentación y defensa, e interacción entre ellos (evaluación formativa). Finalmente, el profesor, también, genera su nota con base a los resultados, es decir, de las alternativas de solución que cada uno de los grupos de estudiantes argumentó y defendió (evaluación sumativa). El profesor concluye animando y motivando a los estudiantes para que continúen de manera asertiva con su proceso formativo.

### **Arquitectura tecnológica que soporta implementación de la metodología didáctica**

La arquitectura del PBL & CSCL representa un marco conceptual y metodológico que integra dos estrategias de enseñanza y aprendizaje para promover un aprendizaje significativo en entornos educativos. La combinación de estas dos perspectivas en la arquitectura del PBL & CSCL enriquece la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de la asignatura. Les permite no solo adquirir conocimientos teóricos sobre programación, sino también aplicar esos conocimientos en la resolución de problemas prácticos, trabajar en equipo para encontrar soluciones y aprovechar las tecnologías digitales para colaborar de manera proactiva, en grupos masivos. La arquitectura tecnológica que soporta metodología se esboza de la siguiente manera (Ver Figuras 2 y 3).

**Figura 2**

*Arquitectura del PBL & CSCL de la metodología didáctica*

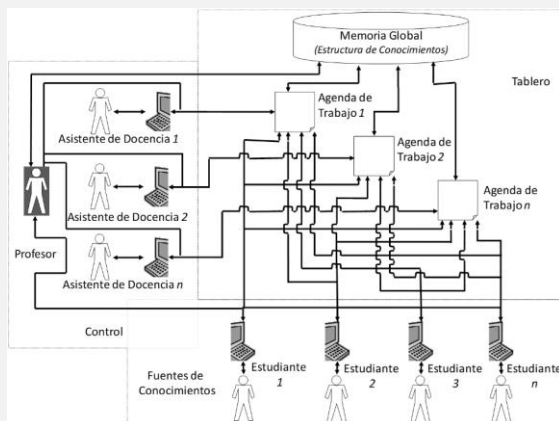


*Nota.* Adaptación de Cardona (2023).

En la arquitectura se puede observar las interacciones en la comunicación que cada uno de los estudiantes puede realizar. Lo anterior, lo puede hacer de manera directa, o través del foro de debate que se presenta como una estructura de conocimientos. El profesor puede interactuar con cada uno de los estudiantes por medio de la comunicación sincrónica y/o asincrónica, animando a mejorar las respuestas dada en el foro de debate. En la Figura 3 se aprecia el papel que juega el asistente de docencia, el cual recomienda continuamente material formativo para mejorar la búsqueda de las soluciones y también aclara dudas.

**Figura 3**

*Estructura de la arquitectura del PBL & CSCL de la metodología didáctica*

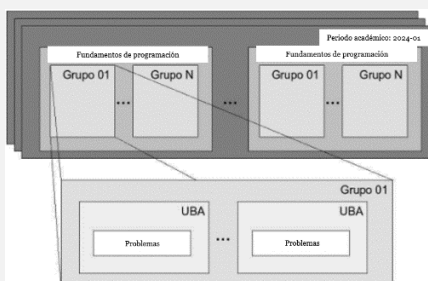


*Nota.* Adaptación de Cardona (2023).

En la Figura 3 se aprecia, de una manera más clara, el PBL & CSCL. El profesor juega un papel importante, ejerciendo control sobre los procesos educativos de cada uno de los estudiantes. Las agendas de trabajo hacen referencia a cada uno de los problemas planteados por cada unidad básica de aprendizaje (UBA). La memoria global es el foro de debate, facilitado por un LMS.

#### **Figura 4**

*Distribución de los problemas de las Unidades Básicas de Aprendizaje (UBAs) en cada uno de los grupos*



*Nota.* Adaptación de Cardona (2023).

En la Figura 4 se puede apreciar un ejemplo de la distribución de los problemas/grupos en cada una de las agendas. Allí, se puede apreciar que un grupo numeroso de 1.225 estudiantes se divide en 35 grupos, cada uno de 35 personas. En la Figura 4 aparecen como Grupo 01, ..., Grupo N. A su vez, un grupo de 35 estudiantes se puede dividir en grupos más pequeños de 5 a 7 personas, los cuales sustentaran la solución más óptima al o los problemas planteados.

### **Discusión**

A continuación, se presenta el debate asociado a los resultados de la investigación, teniendo presente los siguientes ítems: análisis de los resultados cuantitativos y cualitativos, integración de los resultados de ambas metodologías, comparación con otras investigaciones, implicaciones prácticas y limitaciones del estudio.

## **Análisis de los resultados cuantitativos**

Los resultados cuantitativos indican que la implementación de la metodología didáctica propuesta tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico y la participación activa de los estudiantes en la asignatura. Las pruebas *t* realizadas muestran una mejora significativa en las calificaciones promedio de los estudiantes antes y después de la implementación, con un incremento del 14.7 % en las notas finales. El grupo de Ingeniería mostró la mayor mejora, con un aumento del 16.7 % en las calificaciones. Este hallazgo sugiere que la metodología contribuyó de manera efectiva a la comprensión y aplicación de los conceptos de programación (ver Tabla 2).

**Tabla 2**

*Resultados del análisis cuantitativo*

| <b>Programas académicos</b> | <b>Calificación Promedio<br/>(antes)</b> | <b>Calificación Promedio<br/>(después)</b> | <b>Incremento<br/>(%)</b> |
|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|
| Ingeniería                  | 65.4                                     | 76.3                                       | 16.7                      |
| Estadística                 | 60.2                                     | 68.5                                       | 13.8                      |
| Ciencias de la Computación  | 58.7                                     | 66.4                                       | 13.1                      |
| Promedio general            | 61.4                                     | 70.4                                       | 14.7                      |

Además, los análisis de varianza (ANOVA) revelaron diferencias significativas en el rendimiento académico entre los grupos de estudiantes de diferentes programas académicos. Los estudiantes de Ingeniería, por ejemplo, mostraron una mayor mejora en comparación con los estudiantes de Estadística y Ciencias de la Computación. Esta variabilidad podría deberse a diferencias en la preparación previa o en la afinidad natural con los contenidos de programación. Es importante considerar estos factores al diseñar futuras intervenciones pedagógicas para asegurarse de que todos los grupos de estudiantes se beneficien de manera equitativa.

## **Análisis de los resultados cualitativos**

Las entrevistas y grupos focales proporcionaron información valiosa sobre las experiencias y percepciones de los estudiantes y profesores respecto a la metodología didáctica. Un tema recurrente fue la apreciación por la interactividad y enfoque práctico de la metodología. Los

estudiantes destacaron que las actividades prácticas y las sesiones interactivas les ayudaron a comprender mejor los conceptos abstractos de la programación (ver Tabla 3).

**Tabla 3**

*Resultados del análisis cualitativo*

| Temática                          | Comentarios de los estudiantes                                               | Comentarios de los profesores                                                            |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Interactividad y enfoque práctico | "Las actividades prácticas ayudaron a comprender mejor los conceptos".       | "La metodología promovió un ambiente de aprendizaje más dinámico y participativo".       |
| Sobrecarga de trabajo             | "Fue difícil gestionar el tiempo debido a la intensidad de las actividades". | "La carga de trabajo adicional requirió ajustes en la planificación de las clases".      |
| Necesidad de capacitación         | "Algunos temas fueron difíciles sin una guía adecuada".                      | "Es necesario más entrenamiento en el uso de herramientas tecnológicas para las clases". |

No obstante, también surgieron algunos desafíos. Algunos estudiantes mencionaron la sobrecarga de trabajo y dificultad para gestionar el tiempo debido a la intensidad de las actividades prácticas. Además, los profesores señalaron la necesidad de capacitación adicional para adaptarse a la nueva metodología y manejar eficazmente las herramientas tecnológicas utilizadas en las clases.

### **Integración de los resultados cuantitativos y cualitativos**

La triangulación de los datos cuantitativos y cualitativos proporciona una visión integral del impacto de la metodología didáctica. Los datos cuantitativos confirman mejoras significativas en el rendimiento académico, mientras que los datos cualitativos explican cómo y por qué estos cambios ocurrieron desde la perspectiva de los estudiantes y profesores (ver Tabla 4).

**Tabla 4**

*Integración de resultados*

| Aspectos                     | Datos cuantitativos           | Datos cualitativos                                                                 |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Rendimiento académico        | Mejora del 14.7 % en promedio | "Las actividades prácticas ayudaron a comprender mejor los conceptos".             |
| Participación y satisfacción | -                             | "La metodología promovió un ambiente de aprendizaje más dinámico y participativo". |

|                           |   |                                                                                          |
|---------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desafío                   | - | “Fue difícil gestionar el tiempo debido a la intensidad de las actividades”.             |
| Necesidad de capacitación | - | “Es necesario más entrenamiento en el uso de herramientas tecnológicas para las clases”. |

La combinación de estos resultados refuerza la validez de los hallazgos, sugiriendo que la metodología no solo es eficaz en términos de rendimiento académico, sino también en satisfacción y compromiso de los estudiantes. La identificación de desafíos específicos proporciona un marco para mejorar la implementación futura de la metodología.

### **Comparación de los resultados con otras investigaciones existentes**

El análisis de los resultados obtenidos en esta investigación se compara con estudios previos en el campo de la educación en programación y el uso de metodologías didácticas innovadoras. Esta comparación permite situar los hallazgos en un contexto más amplio y evaluar su relevancia y aplicabilidad.

#### ***Comparación de los resultados cuantitativos***

En Chen y Yang (2019) se analizó el PBL, teniendo un incremento en las calificaciones de un 12.5 %; se puede concluir que tiene un enfoque práctico similar, incluyendo los resultados. En Thompson y Ku (2006) se revisó el CSCL, indicando un incremento en las calificaciones del 10.3 %; el enfoque fue de colaboración, con menores incrementos. En Dobbs (2008) se analizó la metodología tradicional con un incremento en calificaciones del 5.4 %; se indica que es un incremento menor, con menor interacción y práctica. Finalmente, se encuentra la investigación de los autores, la cual integra el PBL & CSCL, con un incremento en calificaciones del 14.7 %; lo anterior, representa una mejora significativa en el rendimiento académico.

#### ***Comparación de los resultados cualitativos***

En cuanto a los resultados cualitativos, esta investigación encontró que los estudiantes valoraron la interactividad y enfoque práctico de la metodología. Resaltan que la metodología

ayuda a comprender mejor los conceptos abstractos, aunque requieren más entrenamiento en el uso de las TIC. En Al-Samarraie et al. (2020) se utilizó el aula invertida, donde los estudiantes también reportaron una mayor interacción, pero mencionaron la necesidad de auto-disciplina. Por su lado, Pellas y Mystakidis (2020) observaron que el aprendizaje basado en juegos fue muy bien recibido por los estudiantes, aunque su implementación consistente presentó desafíos, lo cual es un punto común con la sobrecarga de trabajo mencionada en esta investigación. Gaur et al. (2015) utilizaron la metodología tradicional, en donde los estudiantes indicaron que es menos interesante, y es difícil de aplicar conceptos.

### **Implicaciones prácticas**

Los hallazgos del estudio tienen varias implicaciones prácticas para la enseñanza de programación en entornos universitarios masivos, y públicos. Es crucial personalizar las estrategias pedagógicas para atender las necesidades específicas de cada grupo de estudiantes y asegurar una capacitación continua para los profesores en el uso de nuevas metodologías y tecnologías. Además, es necesario equilibrar la carga de trabajo de los estudiantes para evitar su exceso y asegurar que puedan beneficiarse plenamente de las actividades prácticas sin experimentar estrés excesivo.

### **Limitaciones del estudio**

El estudio tiene algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. Primero, el muestreo no probabilístico puede limitar la generalización de los hallazgos a otros contextos o poblaciones. Segundo, la auto-selección de los participantes en las entrevistas y grupos focales podría introducir sesgos, ya que es posible que aquellos con opiniones más fuertes o experiencias más significativas fueran más propensos a participar.

## **Conclusiones**

Los resultados de aplicar la metodología didáctica en 35 grupos, de 35 estudiantes cada uno, representan un hito significativo en la investigación educativa. Estos resultados revelan el impacto positivo y productividad de la enseñanza basada en problemas y colaborativa en el contexto de la asignatura, particularmente en entornos con grupos masivos de estudiantes.

Entre los hallazgos más destacados se encuentra un aumento sustancial en el compromiso y la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Mediante la resolución de problemas prácticos y colaboración con sus compañeros, los estudiantes demostraron un mayor nivel de motivación y entusiasmo hacia la asignatura. Además, se observó una mejora significativa en la comprensión de los conceptos clave de programación y en la capacidad para aplicar esos conceptos en situaciones reales.

A partir de lo expuesto, puede inferirse que la metodología didáctica desarrollada en este estudio resulta efectiva, pues actualiza las formas tradicionales de enseñanza y aprendizaje, además de fomentar la autonomía estudiantil y el desarrollo de habilidades autodidactas. Entre los resultados obtenidos con su implementación se destacan: mayor eficiencia en el uso del tiempo dedicado a la comunicación, una reducción considerable en el consumo de papel, la consolidación de una cultura orientada hacia servicios telemáticos, el aprovechamiento adecuado de saberes previos y la incorporación sistemática de información procedente de bases de datos especializadas. También, se observaron mejoras significativas en los resultados académicos del estudiantado. Los datos recopilados mostraron un aumento en las calificaciones y un menor índice de fracaso académico en comparación con años anteriores, lo que indica que la metodología didáctica implementada tuvo un impacto positivo en el rendimiento estudiantil.

También, cabe resaltar que otro resultado fue la promoción del pensamiento crítico y habilidades para trabajar en equipo. El estudiantado desarrolló habilidades de análisis, síntesis y evaluación al enfrentarse a problemas complejos, y aprendieron a comunicarse de manera efectiva y a colaborar de manera productiva con sus compañeros. Esto les proporcionó una base sólida para enfrentar desafíos futuros en el campo de la ingeniería.

Finalmente, es bueno mencionar que estas innovaciones didácticas, en las cuales se incluye la tecnología contemporánea, se han convertido en una manera de industrialización del servicio

educativo. A lo anterior, el Estado debe de comenzar a regularizar su uso en beneficio de la comunidad educativa. También, es importante considerar las diferencias individuales y programáticas al diseñar futuras intervenciones pedagógicas. Además, la capacitación continua de los profesores y el equilibrio de la carga de trabajo de los estudiantes son esenciales para maximizar los beneficios de la metodología. Las limitaciones del estudio sugieren la necesidad de investigaciones adicionales para validar y extender estos hallazgos a otros contextos educativos.

## Agradecimientos

El trabajo presentado en este artículo es auspiciado por los convenios marco y específico de cooperación académica e investigativa, suscritos entre la Universidad de Medellín y la Universidad Nacional de Colombia.

## Referencias

- Al-Samarraie, H., Shamsuddin, A., & Alzahrani, A. I. (2020). A flipped classroom model in higher education: A review of the evidence across disciplines [Un modelo de aula invertida en la educación superior: una revisión de la evidencia en todas las disciplinas]. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 1017-1051. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09718-8>
- Cardona, S. (2023). *Fundamentos educativos I: fundamentos pedagógicos y didácticos - SCP CH28*. Maestría en educación, Universidad de Medellín. <https://uvirtual.udem.edu.co/mod/assign/view.php?id=602555>
- Chen, C., & Yang, Y. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators [Revisando los efectos del aprendizaje basado en proyectos en el rendimiento académico de los estudiantes: un metanálisis que investiga a los moderadores]. *Educational Research Review*, 26, 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Dobbs, V. (2008). Comparing student achievement in the problem-based learning classroom and traditional teaching methods classroom [Comparación del rendimiento de los estudiantes en

el aula de aprendizaje basado en problemas y en el aula de métodos de enseñanza tradicionales] [Tesis de doctorado, Walden University].

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008PhDT.....27D/abstract>

Flórez, L., & Moreno, A. (2021). *Análisis de algoritmos. Informe técnico*. Pontificia Universidad Javeriana.

Gallagher, S. (2023). Problem-based learning [Aprendizaje basado en problemas]. In *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 193-210). Routledge.

García-Morales, V., Garrido-Moreno, A., & Martín-Rojas, R. (2021). The transformation of higher education after the COVID disruption: Emerging challenges in an online learning scenario [La transformación de la educación superior después de la disrupción del COVID: desafíos emergentes en un escenario de aprendizaje en línea]. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.616059>

Gaur, S., Chaudhary, A., & Mittal, M. (2015). A comparative study of e-learning technique with traditional teaching techniques [Un estudio comparativo de la técnica del e-learning con las técnicas de enseñanza tradicionales]. *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering*, 3(8), 23-25. <https://doi.org/10.17148/IJIREEICE.2015.3806>

Hauser, F., Häberle, M., Merling, D., Lindner, S., Gurevich, V., Zeiger, F., Frank, R., & Menth, M. (2023). A survey on data plane programming with P4: Fundamentals, advances, and applied research [Un estudio sobre programación en el plano de datos con P4: fundamentos, avances e investigación aplicada]. *Journal of Network and Computer Applications*, 212, Article 103561. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2101.10632>

Kong, S., Lai, M., & Sun, D. (2020). Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy [Desarrollo docente en pensamiento computacional: diseño y resultados de aprendizaje de conceptos, prácticas y pedagogía de programación]. *Computers & Education*, 151, Article 103872. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103872>

Mayor Martins, R., & Gresse Von Wangenheim, C. (2023). Findings on teaching machine learning in high school: A ten-year systematic literature review [Hallazgos sobre la enseñanza del aprendizaje automático en la escuela secundaria: una revisión sistemática de la literatura]

- durante diez años]. *Informatics in Education*, 22(3), 421-440.  
<https://doi.org/10.15388/infedu.2023.18>
- McConnell, J. (2001). *Analysis of algorithms: An active learning approach* [Análisis de algoritmos: un enfoque de aprendizaje activo]. Jones and Bartlett Publishers.
- Michaelsen, L., Knight, A. & Fink, L. (Eds.). (2023). *Team-based learning: A transformative use of small groups in college teaching* [Aprendizaje basado en equipos: un uso transformador de grupos pequeños en la enseñanza universitaria]. Routledge.
- Nolan, E. (2022). Transcending lockdown: Fostering student imagination through computer supported collaborative learning and creativity in engineering design courses [Trascender el bloqueo: fomentar la imaginación de los estudiantes a través del aprendizaje colaborativo y la creatividad apoyados por computadora en cursos de diseño de ingeniería]. *University of Toronto Quarterly*, 91(1), 67-87. <https://doi.org/10.3138/UTQ.91.1.01>
- Pardo Calvache, C.J., Muñoz-Zambrano, I., & Suescún Monsalve, M. (2024, enero-abril). Percepciones sobre igualdad, inclusión y liderazgo de género en estudiantes de una universidad pública de Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (71), 212-244. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n71a10>
- Pellas, N., & Mystakidis, S. (2020). A systematic review of research about game-based learning in virtual worlds [Una revisión sistemática de la investigación sobre el aprendizaje basado en juegos en mundos virtuales]. *Journal of Universal Computer Science*, 26(8), 1017-1042. <https://doi.org/10.3897/jucs.2020.054>
- Piedade, J., Dorotea, N., Pedro, A., & Matos, J. (2020). On teaching programming fundamentals and computational thinking with educational robotics: A didactic experience with pre-service teachers [Sobre la enseñanza de fundamentos de programación y pensamiento computacional con robótica educativa: una experiencia didáctica con futuros docentes]. *Education Sciences*, 10(9), Article 214. <https://doi.org/10.3390/educsci10090214>
- Segovia-García, N. (2024, mayo-agosto). Análisis multidimensional de plataformas educativas: Canvas vs. Moodle en la educación superior. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (72), 4-39. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n72a2>
- Tambak, S., Marwiyah, S., Sukenti, D., Husti, I., & Zamsiswaya, Z. (2023). Problem-based learning methods: Is it effective for developing madrasa teacher social competence in

- teaching? [Métodos de aprendizaje basados en problemas: ¿son eficaces para desarrollar la competencia social de los profesores de madrasa en la enseñanza?]. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 17(3), 342-353. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v17i3.20796>
- Thompson, L., & Ku, H. (2006). A case study of online collaborative learning [Un estudio de caso de aprendizaje colaborativo en línea]. *Quarterly Review of Distance Education*, 7(4), 361-375. <https://eric.ed.gov/?id=EJ875042>
- Wang, S., Christensen, C., Cui, W., Tong, R., Yarnall, L., Shear, L., & Feng, M. (2023). When adaptive learning is effective learning: comparison of an adaptive learning system to teacher-led instruction [Cuando el aprendizaje adaptativo es un aprendizaje eficaz: comparación de un sistema de aprendizaje adaptativo con la instrucción dirigida por un profesor]. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 793-803. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1808794>
- Weinstein, C., & Mayer, R. (1983). The teaching of learning strategies [La enseñanza de estrategias de aprendizaje]. *Innovation Abstracts*, 5(32), 1-4. <https://eric.ed.gov/?id=ED237180>
- Zembylas, M. (2023). A decolonial approach to AI in higher education teaching and learning: Strategies for undoing the ethics of digital neocolonialism [Un enfoque descolonial de la IA en la enseñanza y el aprendizaje de la educación superior: estrategias para deshacer la ética del neocolonialismo digital]. *Learning, Media and Technology*, 48(1), 25-37. <https://doi.org/10.1080/17439884.2021.2010094>