



Revista EIA

ISSN 1794-1237

e-ISSN 2463-0950

Año XIX/ Volumen 22/ Edición N.44

Julio - diciembre 2025

Reia4427 pp. 1-33

Publicación científica semestral

Universidad EIA, Envigado, Colombia

PARA CITAR ESTE ARTÍCULO / TO REFERENCE THIS ARTICLE /

González Pérez, M. E.; Giraldo Gómez,
J. D. y Delgado Quiceno, M. A.

Fortalecimiento del Pensamiento
Computacional en la Formación de
Los Ingenieros: Resultados de una
Evaluación Diagnóstica

Revista EIA, 22(44), Reia4427 pp. 1-33
<https://doi.org/10.24050/reia.v22i43.1847>

 *Autor de correspondencia:*

González Pérez, M. E.

Ingeniería de Sistemas

Especialización en Ingeniería del
Software

Maestría en Ingeniería del Software

Correo electrónico:

maria.gonzalezp@salazaryherrera.
edu.co

Recibido: 19-11-2024

Aceptado: 20-06-2025

Disponible online: 01-07-2025

Fortalecimiento del Pensamiento Computacional en la Formación de Los Ingenieros: Resultados de una Evaluación Diagnóstica

 MARÍA EUGENIA GONZÁLEZ PÉREZ¹

JUAN DIEGO GIRALDO GÓMEZ²

MANUEL ANDRÉS DELGADO QUICENO³

1. Institución Universitaria Salazar y Herrera, Colombia

2. Atenzia Ips Teleasistencia, España

3. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Resumen

El Pensamiento Computacional (PC) se ha vuelto esencial en múltiples campos, incluida la ingeniería, por su capacidad para resolver problemas de manera sistemática. A pesar de su importancia, su integración explícita en los currículos de ingeniería sigue siendo limitada. Este estudio evalúa el nivel de PC en estudiantes de ingeniería de la Institución Universitaria Salazar y Herrera (IUSH) y la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín (UNAL), para entender su desarrollo durante la formación universitaria.

Respecto a los materiales y métodos, se utilizó la plataforma Moodle para administrar una prueba de PC diseñada con 17 ejercicios de diferentes niveles de dificultad. Participaron 1,559 estudiantes, agrupados en niveles de progreso académico (Básico, Intermedio, Avanzado). Se emplearon medidas de seguridad para asegurar la integridad de la evaluación y se desarrolló un software adicional en el lenguaje de programación Python para analizar los resultados.

Los datos recopilados mostraron variaciones en el desempeño de los estudiantes en los seis pilares del PC (Descomposición, Abstracción, Algoritmos, Modelado y simulación, Reconocimiento de patrones, Evaluación). Se identificaron áreas de fortaleza y debilidad, destacando la necesidad de intervenciones pedagógicas más efectivas y personalizadas. Los resultados sugieren que, aunque los estudiantes muestran competencias en ciertos aspectos del PC, hay áreas específicas que requieren más atención. La implementación de talleres prácticos

demonstró ser beneficiosa para mejorar el rendimiento en PC entre los estudiantes de nivel Básico.

Finalmente, este estudio destaca la importancia de integrar el PC de manera más explícita en los programas de ingeniería. Propone estrategias para mejorar la enseñanza del PC y sugiere áreas para futuras investigaciones en educación computacional.

Palabras clave: Pensamiento Computacional, Pilares del Pensamiento Computacional, Habilidades del Pensamiento Computacional, Evaluación, Estudiantes Universitarios, Moodle, STEM, Bebras, EasyThink, actividades desconectadas, lenguaje de programación Python.

Strengthening Computational Thinking in Engineering Education: Results of a Diagnostic Assessment

Abstract

Computational Thinking (CT) has become essential in multiple fields, including engineering, for its ability to solve problems systematically. Despite its importance, its explicit integration into engineering curricula remains limited. This study evaluates the PC level in engineering students of the Institución Universitaria Salazar y Herrera (IUSH) and the Universidad Nacional de Colombia, Medellín (UNAL), to understand its development during university education.

Regarding the materials and methods, the Moodle platform was used to administer a PC test designed with 17 exercises of different difficulty levels. A total of 1,559 students participated, grouped into levels of academic progress (Basic, Intermediate, Advanced). Security measures were employed to ensure the integrity of the assessment and additional software was developed in the Python programming language to analyze the results.

The data collected showed variations in student performance in the six pillars of CP (Decomposition, Abstraction, Algorithms, Modeling and simulation, Pattern recognition, and Evaluation). Areas of strength and weakness were identified, highlighting the need for more effective and personalized pedagogical interventions. The results suggest that, although students show competencies in certain aspects of CP, there are specific areas that require more attention. The implementation of hands-on workshops proved to be beneficial in improving PC performance among Basic level students.

Finally, this study highlights the importance of explicitly integrating CP into

engineering programs. It proposes strategies to improve PC teaching and suggests areas for future research in computer science education.

Keywords: Computational Thinking, Pillars of Computational Thinking, Computational Thinking Skills, Assessment, University Students, Moodle, STEM, Bebras, EasyThink, unplugged activities, Python programming language.

1. Introducción

El Pensamiento Computacional (PC) ha emergido como una habilidad crucial en la era digital, trascendiendo su aplicación exclusiva en ciencias de la computación para convertirse en una herramienta esencial en diversos campos, incluida la ingeniería. Definido como un conjunto de procesos de resolución de problemas basados en principios informáticos (Mueller, et al., 2017), el PC faculta a los individuos para analizar situaciones complejas, identificar patrones y diseñar soluciones innovadoras.

El presente trabajo busca dar continuidad a un proyecto de difusión del PC que se viene realizando desde el año 2021, promovido inicialmente por el grupo EasyThink (EasyThink, 2020) y la Institución Universitaria Salazar y Herrera (IUSH), pero que hasta el año 2022 sólo se había aplicado a estudiantes de Básica Primaria, ahora se ha extendido para estudiantes universitarios.

La importancia del PC en la formación de ingenieros es innegable. En un mundo cada vez más tecnológico, los ingenieros se enfrentan a desafíos que requieren habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y pensamiento algorítmico. El PC proporciona un marco para abordar estos retos de manera sistemática y eficiente, permitiendo a los ingenieros diseñar sistemas, optimizar procesos y desarrollar soluciones creativas.

Recientemente, en América Latina, se han desarrollado diversos proyectos de aplicación de ejercicios de PC en estudiantes universitarios, tal es el caso de Paucar-Curasma et al. (2023), quienes examinaron las habilidades de PC según el género en un grupo de estudiantes de ingeniería industrial e ingeniería de sistemas de algunas universidades en Perú, y los resultados del análisis inferencial mostraron que no existen diferencias significativas entre

hombres y mujeres en ninguna de las habilidades de PC.

De manera complementaria, en Brasil también se han llevado a cabo actividades de aplicación y medición del PC en adultos con bajo nivel educativo, como el desarrollado por Bathke Ortiz y Pereira (2021), cuya investigación de maestría exploró el PC como medio para reducir el rechazo y el miedo a la tecnología entre los estudiantes adultos y, en su mayoría, analfabetos.

En Norteamérica se han desarrollado proyectos enfocados en esta temática. Un ejemplo es el estudio de caso realizado en Canadá por Doleck et al. (2017), cuyo objetivo era responder a la pregunta: ¿Existe una relación entre las habilidades de PC y el rendimiento académico?

Una de las principales inquietudes que se plantean los investigadores y académicos en torno al PC, es si hay relación entre el desarrollo de las habilidades del PC y el desempeño en las áreas de Ciencias Básicas, más exactamente en Matemáticas. Al respecto, el estudio de Kayhan et al. (2024) investiga cómo las percepciones de los estudiantes de secundaria sobre sus habilidades de PC y su inteligencia lógica y matemática afectan su confianza en la programación. Utilizando un enfoque cuantitativo y un modelo de ecuaciones estructurales, se analizaron datos de 496 estudiantes. Los resultados muestran que tanto las habilidades de PC como las de pensamiento lógico y matemático tienen un impacto significativo en la autoeficacia para programar. Además, se encontró que las habilidades de pensamiento lógico y matemático son un predictor de las habilidades de PC, lo que sugiere una interrelación entre estas competencias y su influencia en la confianza de los estudiantes para abordar tareas de programación.

Otro estudio interesante entorno a la relación del PC y las habilidades en programación, es el de Li et al. (2022), el metaanálisis realizado examina la efectividad de dos métodos educativos, las actividades desconectadas y los ejercicios de programación, en la enseñanza del PC. Los resultados indican que ambos métodos son beneficiosos, aunque los ejercicios de programación resultan ser más efectivos. Además, se exploraron diversas variables moderadoras, como el nivel educativo, la interdisciplinariedad de los cursos y la

duración de los experimentos, para entender mejor su impacto. El estudio sugiere que la integración de PC en otras materias y la adaptación de los métodos de enseñanza según el nivel educativo podrían mejorar los resultados de aprendizaje. Este estudio en particular, se alinea bastante con el trabajo realizado en el actual proyecto de investigación, toda vez que se combinan elementos y herramientas informáticos con actividades desconectadas en diversos ámbitos y niveles académicos.

Analizando varios aspectos del entorno de aplicabilidad del PC, se encuentra el documento de Zhang y Biswas (2019) que explora la interrelación entre el PC y las materias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), destacando la necesidad de definir un conjunto fundamental de conocimientos y prácticas de PC en los planes de estudio de K-12. A través de un entorno de aprendizaje desarrollado en un laboratorio informático de los autores, desarrollado para promover el aprendizaje sinérgico de contenidos científicos y prácticas de PC, se presentan resultados que muestran mejoras significativas en el aprendizaje de conceptos de Ciencia y PC en estudiantes de secundaria. Además, las evaluaciones realizadas permiten caracterizar y comprender los comportamientos de aprendizaje de los alumnos, subrayando la importancia de integrar el PC no solo en la enseñanza de la informática, sino también en el desarrollo de habilidades de modelado y resolución de problemas en los dominios STEM.

Un trabajo más reciente que el anterior también se enfocó en demostrar que el PC tiene aplicabilidad en diversos ámbitos y áreas del conocimiento, como lo demuestran proyectos de investigación aplicada en áreas que integran STEM y la equidad de género. Por ejemplo, el estudio realizado en la región andina del Perú (Paucar-Curasma, et al., 2023), evaluó las habilidades de PC de estudiantes de ingeniería industrial e ingeniería de sistemas, utilizando actividades relacionadas con la agricultura, la ganadería, el medio ambiente, la seguridad y la educación. Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas entre alumnos y alumnas en ninguna de las habilidades evaluadas, lo que se atribuye a una estrategia educativa centrada en la resolución de problemas reales de la comunidad

estudiantil, generando el mismo entusiasmo en ambos géneros.

Por otro lado, en Europa también se están desarrollando proyectos relacionados con la formación en PC. Recientemente, en España, se llevó a cabo un proyecto académico e investigativo con estudiantes universitarios (Moreno Palma, et al., 2024), el cual concluyó que la metodología de análisis de problemas resueltos puede ofrecer beneficios significativos para la enseñanza del PC.

Son múltiples las razones por las cuales no siempre se desea o se sugiere desarrollar las actividades de PC a través de herramientas informáticas. El artículo de Rodríguez et al. (2017) examina la implementación y evaluación de actividades desconectadas en aulas de secundaria, enfocándose en su capacidad para enseñar conceptos de PC de manera efectiva. A través de un plan de estudios desarrollado durante tres años, se relacionaron preguntas de proyectos integrales con las habilidades de PC y la Taxonomía de Bloom. Los resultados de dos implementaciones diferentes se presentaron, destacando tanto las limitaciones como las implicaciones del enfoque utilizado. Se subraya la importancia de evaluar si los estudiantes realmente aprenden los conceptos previstos y si retienen algo más allá del disfrute de la actividad. El estudio también aborda los desafíos de asignar técnicas informáticas a áreas específicas de PC y la necesidad de desarrollar evaluaciones claras para que educadores y administradores comprendan lo que los estudiantes están aprendiendo.

Teniendo en cuenta la dificultad inherente a la evaluación del PC se ha analizado el artículo de Román González et al. (2019) que aborda la complejidad de evaluar el PC debido a su naturaleza aún indefinida y la diversidad de herramientas desarrolladas para medirlo. Se revisan y clasifican varios instrumentos de evaluación del PC, y se presentan los resultados de estudios de validez convergente que utilizan tres herramientas específicas: el Test de PC, las Tareas Bebras y el Dr. Scratch. A partir de estos hallazgos, se propone un modelo integral que combina diferentes herramientas de evaluación para medir el desarrollo del PC en contextos educativos, alineado con la taxonomía de Bloom y las etapas de las intervenciones educativas. Este modelo busca proporcionar una guía clara para investigadores y responsables políticos en la creación de evaluaciones precisas

y efectivas del PC, adaptadas a sus objetivos específicos de investigación.

Una situación particularmente difícil es evaluar las habilidades individuales de PC, lo que ha conllevado a la ideación de diversas metodologías que procuran subsanar dicha situación. Ejemplo de ello es el estudio de Shiau Wei y Chee Kit (2020), el cual aborda la necesidad crítica de contar con evaluaciones confiables del PC para su inclusión en el currículo escolar. Mediante la validación del Test de PC (PCt) con el modelo de Rasch, se examinaron las habilidades de PC en estudiantes de secundaria en Singapur. Los hallazgos indicaron que los datos eran consistentes con el modelo de Rasch, y pueden resultar controversiales toda vez que indican que se observaron diferencias notables en las habilidades de PC según el género y el nivel de grado. Los estudiantes varones y de noveno grado mostraron habilidades superiores en comparación con las estudiantes mujeres y de décimo grado. Además, se identificaron ítems del test que presentaban un rendimiento diferencial según el género y el grado, lo que subraya la importancia de considerar estos factores en el diseño de evaluaciones de PC. Este estudio aporta un marco de referencia valioso para futuras investigaciones en la evaluación de habilidades de PC en el ámbito educativo.

También se han tenido en cuenta estudios acerca de cómo los futuros docentes de educación básica son sensibilizados, contextualizados y formados respecto a las diversas herramientas de software diseñadas para facilitar la introducción de los estudiantes de primaria a la programación, siendo Scratch una de las más conocidas. Es así como en el trabajo de Gamito et al. (2022) se reconoce que en el contexto de una sociedad cada vez más digitalizada, el PC se ha vuelto esencial para resolver problemas cotidianos. Este estudio evalúa una experiencia con Scratch en la formación de futuros docentes de Educación Primaria en la Universidad del País Vasco. Los estudiantes participantes reconocieron la utilidad de Scratch para enseñar programación y desarrollar habilidades de PC. Además, valoraron positivamente la experiencia y expresaron su intención de utilizar Scratch en su futura práctica docente, destacando su potencial para mejorar los procesos educativos en el aula de primaria.

En Colombia se presenta una situación similar en cuanto a que

la mayoría de los esfuerzos tanto del Estado como de organizaciones y estamentos privados, en torno a la difusión del PC, se centra en niños y jóvenes, muestra de ello es el desarrollo e implementación del videojuego GreenTIC (Estado Colombiano, s.f.) y de forma más reciente el proyecto </Colombia Programa> (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2023) que es liderado por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) y el British Council, y que cuenta con apoyo del Ministerio de Educación Nacional (MEN).

Otro proyecto relevante a nivel universitario fue el de Pérez (2021), que investiga cómo los estudiantes universitarios perciben el PC, destacando la falta de consenso sobre un marco conceptual para su integración en el currículo. A través de entrevistas cualitativas, se identificaron varios elementos clave: una definición orientada a la resolución de problemas, características relacionadas con conceptos fundamentales, un procedimiento en seis pasos y dos contextos de aplicación principales (universidad y vida cotidiana). Los estudiantes asociaron el PC con conceptos como descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y algoritmos, y señalaron que estas habilidades pueden adquirirse mediante programación o actividades diversas. Además, reconocieron beneficios en la resolución de problemas y describieron un proceso metódico para abordarlos. La investigación concluye que, aunque los estudiantes tienen una comprensión básica del PC, esta percepción es acertada y útil para su formación académica y profesional.

Para este proyecto de investigación se planteó como público objetivo, estudiantes universitarios de diversas carreras de ingeniería de la Institución Universitaria Salazar y Herrera (IUSH) y la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín (UNAL), ambas con sede en la ciudad de Medellín, Colombia. Una de las principales motivaciones es procurar que, a través de la inclusión del PC a nivel universitario, y la posible inclusión de criterios de formación y evaluación enfocados en PC, se logre fortalecer la formación de los futuros profesionales en ingeniería a través de la identificación de habilidades probablemente desconocidas por el mismo individuo, así como la identificación de áreas en las cuales se requiera mayor

fortalecimiento.

A pesar de su relevancia, la integración explícita del PC en los currículos de ingeniería sigue siendo un desafío. Si bien proyectos como GreenTIC en Colombia han promovido el PC en niveles educativos básicos (Estado Colombiano, s.f.), la atención a esta habilidad en la educación superior, particularmente en ingeniería, ha sido limitada y, en muchos casos, indirecta.

En cuanto a la forma de evaluar el PC, se tuvieron en cuenta los hallazgos de Tang et al. (2020). El artículo realiza una revisión sistemática de la literatura sobre la evaluación del PC, destacando la creciente necesidad de investigar métodos efectivos para medir estas habilidades en el ámbito educativo. Analizaron 96 artículos desde cuatro perspectivas: contexto educativo, constructo de evaluación, tipo de evaluación y pruebas de fiabilidad y validez. Los hallazgos subrayan la necesidad de más evaluaciones de PC en niveles educativos como la secundaria, la universidad y en programas de desarrollo profesional docente. Además, se observa que la mayoría de las evaluaciones se centran en habilidades de programación o informática, utilizando pruebas tradicionales y evaluaciones de rendimiento, mientras que las encuestas miden las disposiciones hacia el PC. La revisión también resalta la importancia de recopilar más pruebas de fiabilidad y validez en futuras investigaciones, proporcionando así una guía útil para investigadores, diseñadores de currículos e instructores.

El estudio actual busca llenar este vacío mediante la evaluación del nivel de PC en estudiantes de ingeniería de la IUSH y la UNAL. A través de un enfoque metodológico riguroso y una prueba diseñada específicamente para evaluar los pilares del PC, este trabajo no solo busca medir el nivel de competencia actual, sino también comprender cómo el PC se desarrolla a lo largo de la formación en ingeniería.

Los resultados de este estudio tienen implicaciones significativas para la educación en ingeniería y la promoción del PC. Al identificar las fortalezas y debilidades en el desarrollo del PC a lo largo de la carrera, este trabajo no solo cuantifica el nivel de competencia actual, sino que también sienta las bases para el diseño de intervenciones pedagógicas más efectivas y personalizadas, así como para el

desarrollo de estrategias que fomenten el PC de manera explícita y sistemática en los planes de estudio de ingeniería. En última instancia, al arrojar luz sobre el estado actual y la evolución del PC en el contexto de la formación universitaria, este estudio contribuye a la comprensión de cómo esta habilidad crítica se manifiesta y desarrolla en los futuros ingenieros, abriendo nuevas vías para la investigación y la innovación educativa.

También se encuentran trabajos académicos tendientes no sólo a la evaluación, sino también al desarrollo de las habilidades en PC, el artículo de Palts y Pedaste (2020) examina la creciente importancia del PC en la educación, destacando su relevancia en diversas asignaturas y su reconocimiento como una habilidad esencial. A través de una revisión sistemática de la literatura, identifican las dimensiones del PC y proponen un modelo estructurado en tres etapas: definición del problema, resolución del problema y análisis de la solución. Cada etapa incluye habilidades específicas como formulación del problema, abstracción, descomposición y diseño algorítmico, entre otras. Este modelo busca proporcionar una comprensión común y un marco para desarrollar eficazmente las habilidades de PC desde la educación básica.

Un factor común en todos los trabajos académicos es la definición de los pilares, ámbitos o escalas en las cuales se realiza la medición de las habilidades en PC, en el trabajo de Korkmaz et al. (2017) se presenta el desarrollo y validación de una escala para medir las habilidades de PC en estudiantes universitarios. Utilizando una muestra de 726 estudiantes en educación formal y 580 en educación a distancia, se realizaron diversos análisis para asegurar la validez y fiabilidad de la escala. Los resultados confirmaron que la escala es una herramienta efectiva para evaluar las habilidades de PC, destacando su potencial para contribuir significativamente a la literatura académica en este campo. Además, se subraya la importancia de que los individuos en la era digital posean estas habilidades y se evalúe su nivel de competencia. Las cinco habilidades definidas en la escala son: Creatividad, Pensamiento Algorítmico, Cooperatividad, Pensamiento Crítico y Solución de Problemas. Lo anterior, refuerza los hallazgos respecto a que las habilidades y competencias en PC aún no están definidas

al cien por ciento, y pueden variar dependiendo de variables que incluyen el contexto y el autor.

Ante la abundancia de materiales académicos sobre PC, hace falta alguna orientación para los docentes, y el artículo de Csizmadia et al. (2015) proporciona una guía integral para la enseñanza del PC en las escuelas, ofreciendo un marco conceptual, enfoques pedagógicos y guías de evaluación. También destaca cómo el PC no solo es central en los planes de estudios de computación, sino que también enriquece el aprendizaje en otras áreas académicas.

2. Materiales y Métodos

La iniciativa Bebras (International Challenge on Informatics and Computational Thinking) (Vilnius University, 2004), y los ejercicios que provee para la medición del PC se han tomado en múltiples ocasiones como fuente creíble y fidedigna de material para la aplicación de pruebas en diversos ámbitos, por ejemplo, en el Desafío Bebras Colombia que se lleva a cabo de manera ininterrumpida desde el año 2021 (Fedesoft, 2024). Los ejercicios que provee Bebras están orientados a niños y jóvenes hasta los 19 años de edad, por lo tanto, son pertinentes y aplicables a la mayor parte de la población académica seleccionada en ambas universidades.

En el contexto de la selección de los ejercicios proporcionados por Bebras, se tuvo en cuenta el estudio de Kwon et al. (2021), el cual evalúa la efectividad del programa ABC-Thinking, que utiliza tareas Bebras para desarrollar el PC en estudiantes de primaria. A través de un diseño experimental pre-post-test con el test de PC Competente, se buscó determinar si los estudiantes mejoraban sus habilidades de PC. Los resultados indicaron un desarrollo significativo en estas habilidades, con diferencias notables según el género y el rendimiento académico. Además, los datos cualitativos sugieren que el programa es adecuado para la práctica docente, proporcionando un marco útil para integrar el PC en el currículo escolar; este resultado afianzó la toma de decisión de elegir los ejercicios de Bebras como fuente de información.

El proceso de selección de estudiantes para la evaluación del PC

implicó una serie de reuniones y discusiones entre los miembros del equipo responsable, con el objetivo de establecer criterios claros y justos para la clasificación de los participantes. Se llevaron a cabo análisis detallados sobre los rangos de progreso en la carrera y la metodología de evaluación, incluyendo la selección de ejercicios adecuados para poner a prueba las habilidades computacionales de los estudiantes.

Se logró la inscripción de un total de 1.559 estudiantes, de ambas instituciones, en la plataforma Moodle, para presentar la prueba. Este número significativo de inscritos reflejó el interés y la disposición de ambas instituciones para participar en la evaluación.

Moodle es una plataforma de aprendizaje en línea de código abierto, ampliamente utilizada en el ámbito educativo para crear entornos de enseñanza virtuales. Esta plataforma permite a los educadores gestionar cursos, distribuir materiales didácticos, realizar evaluaciones y fomentar la interacción entre los estudiantes (Moodle, n.d.).

Para asegurar una clasificación adecuada de los estudiantes, se establecieron tres grupos principales según el porcentaje de avance en sus respectivas carreras. El primer grupo, denominado “Básico”, comprendió a aquellos estudiantes que habían completado entre el 0% y el 20% de su programa académico. Tanto la IUSH como la UNAL inscribieron un número considerable de estudiantes en esta categoría, con 101 y 422 estudiantes respectivamente.

El segundo grupo, llamado “Intermedio”, incluyó a los estudiantes que habían aprobado entre el 21% y el 69% de su carrera. En esta categoría, la participación de ambas instituciones fue notable, con 172 estudiantes de la IUSH y 419 estudiantes de la UNAL.

Por último, el tercer grupo, identificado como “Avanzado”, comprendió a los estudiantes que habían aprobado entre el 70% y el 100% de su carrera. En esta categoría, si bien hubo una disminución en el número de estudiantes participantes, aún se logró una representación significativa, con 145 estudiantes de la IUSH y 300 estudiantes de la UNAL.

Uso de EasyThink en Preparación para Evaluaciones en Moodle

EasyThink es un sitio web dedicado a la difusión del PC, resultado del trabajo de la asignatura competencias investigativas de la IUSH. Este recurso en línea, disponible en <https://www.easythink.com.co>, ofrece ejercicios preparatorios y de entrenamiento para fortalecer las habilidades relacionadas con el PC (EasyThink, 2020).

Antes de la realización de la prueba en Moodle, los estudiantes tuvieron un mes para realizar ejercicios preparatorios o de entrenamiento en la plataforma EasyThink. Sin embargo, la prueba final no se llevó a cabo en EasyThink debido a que, aunque esta plataforma permite la lectura de resultados individuales, no ofrece la posibilidad de analizar cada una de las respuestas proporcionadas por el estudiante en la prueba.

Logística y Presentación Virtual de la Prueba

La evaluación del PC se llevó a cabo de manera virtual, a través de la plataforma Moodle, para adaptarse a las limitaciones logísticas y a la diversidad de estudiantes participantes, quienes no estaban matriculados en un único curso. Esto permitió que los estudiantes tuvieran flexibilidad en cuanto al momento de realizar la prueba, adaptándose a sus horarios y responsabilidades académicas.

Para garantizar la integridad de la evaluación y minimizar el riesgo de fraude, se implementaron estrategias específicas en el diseño y administración de la prueba. En primer lugar, se estableció un banco de 17 ejercicios de PC, seleccionados cuidadosamente para abarcar los seis pilares fundamentales de esta habilidad. Luego, se crearon automáticamente cuestionarios individuales que contenían 9 preguntas seleccionadas aleatoriamente de este banco.

La selección aleatoria de preguntas cumplió dos propósitos principales. En primer lugar, redujo la probabilidad de que los estudiantes compartieran respuestas o colaboraran de manera inapropiada durante la prueba. En segundo lugar, aseguró que cada estudiante recibiera una evaluación única y personalizada, lo que permitió una medición más precisa de sus habilidades individuales en PC.

Además de la aleatoriedad de las preguntas, se implementaron otras medidas de seguridad en la plataforma Moodle, como la

restricción de acceso a los cuestionarios una vez que se finalizaba la prueba y la monitorización del tiempo total de la prueba. Estas medidas adicionales ayudaron a garantizar que los resultados de la evaluación fueran confiables y reflejaran el verdadero nivel de competencia de los estudiantes en PC.

Selección y Clasificación de Preguntas para la Evaluación

La selección de los 17 ejercicios para la evaluación del PC fue un proceso riguroso y metódico que involucró múltiples etapas de análisis y discusión. El objetivo principal era garantizar que la prueba final fuera representativa de los seis pilares fundamentales del PC: descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones, pensamiento algorítmico, modelado y simulación, y evaluación.

Además, se consideró que los ejercicios de Bebras están clasificados en tres niveles de dificultad (Básico, Intermedio y Difícil), por lo que se priorizaron aquellos dirigidos a estudiantes de 15 años o más y con un nivel de dificultad Intermedio o Difícil.

La Ilustración 1, corresponde al encabezado de uno de los ejercicios que fueron implementados para la prueba de los estudiantes universitarios. Todos los ejercicios fueron tomados de un banco de datos proporcionado por Bebras (Vilnius University, 2004). La estructura básica de los ejercicios incluye: el país desde el cual se propone, en este caso Corea del Sur, el título del ejercicio, la edad sugerida para aplicar el ejercicio y los pilares que se evalúan en el ejercicio; para este último dato, es necesario combinar el encabezado con la tabla-resumen que se indica más adelante, en la Ilustración 2.

Ilustración 1 . Encabezado de ejercicio original utilizado en la prueba



This question comes from the Republic of Korea

Years 3+4
Years 5+6
Years 7+8
Years 9+10 Hard
Years 11+12 Hard



Shoe Shopping

Beaver wants to buy a pair of shoes. All the shoes have a different size and width. Beaver will have to try on shoes until he finds a pair which is the right size and width.

Whenever he tries on a shoe, he can feel both 1) if it is too wide, the right width, or too narrow and 2) if it is too big, the right size, or too small. The shoes in the store are arranged in increasing order of

Fuente (Vilnius University, 2004)

La Ilustración 2 es un ejemplo de la clasificación que se aplica a los ejercicios proporcionados por Bebras, para este caso, el ejercicio “Rotate Rotate Rotate” no evalúa el pilar Modelado y Simulación, además está catalogado como nivel difícil para estudiantes de grados 9 y 10.

Haciendo un análisis similar, la misma Ilustración 2 provee información acerca del ejercicio “Shoe Shopping”, indicando que evalúa los 6 pilares (Descomposición, Reconocimiento de patrones, Abstracción, Modelado y simulación, Algoritmos y Evaluación), también indica que está catalogado en nivel difícil para estudiantes que estén entre los grados 9 y 12.

Ilustración 2 . Ejemplo de clasificación de ejercicios Bebras

2020 Round 2 Questions	Grade level	Decomposition	Pattern Recognition	Abstraction	Modelling & Simulation	Algorithms	Evaluation
Rotate Rotate Rotate	9+10 Hard						
Shoe Shopping	9+10 Hard 11+12 Hard						
Watched	11+12 Easy						

Fuente (Vilnius University, 2004)

Inicialmente, se realizó una revisión exhaustiva de los ejercicios proporcionados por Bebras, buscando aquellos que se alinearan con los objetivos de la evaluación y que fueran apropiados para el nivel académico de los estudiantes universitarios. Se consideraron

ejercicios de dos niveles de dificultad (intermedio y difícil) y se analizaron cuidadosamente para determinar qué pilares del PC evaluaban de manera más efectiva.

Durante este proceso, se identificó que muchos de los ejercicios disponibles no abarcaban todos los pilares del PC de manera equilibrada. Algunos se centraban más en aspectos algorítmicos, mientras que otros enfatizaban el reconocimiento de patrones o la abstracción. Este desafío llevó al equipo a seleccionar un juego de 17 ejercicios que, en conjunto, cubrieran de manera más integral los seis pilares.

Esta distribución aleatoria de los ejercicios no solo contribuyó a reducir el riesgo de fraude, como se explicó anteriormente, sino que también favoreció una experiencia de evaluación más justa y personalizada. Al presentar diferentes combinaciones de preguntas a cada estudiante, se promovió una cobertura más amplia de los enfoques del PC, respetando los principios de equidad y diversidad en el proceso evaluativo.

La Ilustración 3 corresponde al encabezado del ejercicio “Rotate Rotate Rotate” luego de que fue analizado, traducido y cargado en la plataforma Moodle de la IUSH para que formara parte del cuestionario general.

Ilustración 3. Ejemplo de ejercicio en Moodle

Pregunta 8

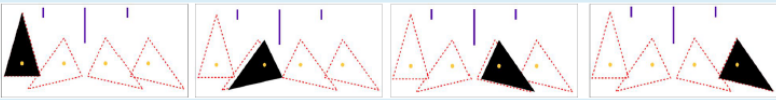
Sin responder aún

Puntúa como 1.00

Marcar pregunta

Editar pregunta

Girar Girar Girar



Un triángulo se mueve sobre una cinta transportadora. El triángulo tiene un pivote. Dos vértices están más cerca del pivote y un vértice está más lejos del pivote. La ubicación del pivote se elige de modo que, cuando el triángulo gira 120°, uno de los vértices está siempre directamente encima del pivote.

Fuente: Elaboración propia

Evaluación y Análisis de Datos en Moodle

La plataforma Moodle, facilitada por la IUSH, se utilizó para llevar a cabo la evaluación debido a su capacidad para registrar y analizar datos de manera detallada y precisa. Moodle permite obtener resultados individuales para cada participante en cada pregunta, incluyendo respuestas parciales y totales. En el caso de preguntas de selección múltiple con única respuesta, el sistema asigna automáticamente un valor de 1 si la respuesta es correcta y 0 si es incorrecta. Para preguntas con múltiples ítems, Moodle proporciona una puntuación que refleja la proporción de ítems respondidos correctamente por cada estudiante.

Además de la recolección de datos, Moodle ofrece herramientas para exportar los resultados en formatos como Excel, lo que facilita el análisis posterior. Esta característica fue fundamental para el procesamiento y análisis de los datos recopilados durante la evaluación, permitiendo una comprensión más profunda del desempeño individual y grupal de los estudiantes en cada pilar del PC.

Una vez concluido el período de presentación de las pruebas, se descargaron los resultados de Moodle en formato Excel. Considerando el grado de dificultad de los ejercicios, se descartaron aquellas pruebas cuya duración fue inferior a 10 minutos. Dado que la prueba estaba diseñada para una duración aproximada de una hora, se estableció un umbral de 10 minutos como criterio de exclusión. Este umbral se basa en la premisa de que es prácticamente imposible completar y responder de manera reflexiva a los ejercicios de la prueba en un tiempo tan corto. Por lo tanto, las pruebas completadas en menos de 10 minutos se consideraron no válidas, ya que podrían indicar una falta de compromiso o un intento de completar la prueba de manera apresurada sin una comprensión adecuada de los ejercicios. Este criterio de exclusión busca garantizar la calidad y fiabilidad de los datos recopilados, asegurando que los resultados reflejen el verdadero nivel de PC de los participantes.

Asimismo, se previó que algunos estudiantes pudieron haber abierto la prueba sin intentar resolver ningún ejercicio; por lo tanto, también se excluyeron las pruebas con puntajes de cero, es decir, aquellas de los participantes que no resolvieron ninguna pregunta o

no intentaron resolver ninguna pregunta.

En este punto, se observó que la decisión de presentar los ítems de forma aleatoria generó un inconveniente para identificar el conjunto de ejercicios desarrollado por cada estudiante. Esto se debió a que, al tratarse de una combinación de 9 en 17, se generaron 24.310 posibilidades distintas. Para abordar esta complejidad, se desarrolló un software utilizando el lenguaje de programación Python, el cual permitió realizar el análisis de cada una de las posibilidades de manera inequívoca y determinar su correspondiente peso en cada uno de los pilares evaluados del PC.

Tabla 1. Porcentaje de composición de cada pregunta en cada pilar

PORCENTAJE DE COMPOSICIÓN DE CADA PREGUNTA EN CADA PILAR																	
	Don't Crash	Embroidery Machine	Robot	Mixed results	Friendship Bracelets	Marbles and Boxes	Aircraft Scheduling	Stickers	Reducción de Costos	Squirrel prison	Digital Trees	Rotate Rotate Rotate	Lemmings	Password B	Robot tree planer	Shoe Shopping	Compresión de Imágenes de Iconos
																	Porcentaje de cada pilar en la prueba
																	Porcentaje total
Descomposición	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	0	16,7	16,7	20,5
Reconocimiento de patrones	0	16,7	0	16,7	16,7	0	0	16,7	0	16,7	16,7	16,7	0	16,7	16,7	16,7	14,1
Abstracción	16,7	16,7	16,7	0	16,7	0	16,7	0	16,7	16,7	0	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
Modelado y simulación	16,7	0	16,7	0	0	16,7	0	16,7	16,7	0	16,7	0	0	16,7	16,7	16,7	11,5
Algoritmos	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	0	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	20,5
Evaluación	0	16,7	16,7	16,7	0	16,7	16,7	16,7	0	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
																	100

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 muestra la distribución porcentual de cada uno de los pilares del pensamiento computacional evaluados en cada pregunta. Por ejemplo, la pregunta “Don’t Crash” evalúa únicamente los pilares de Descomposición, Abstracción, Algoritmos y Modelado

y simulación, mientras que la pregunta “Shoe Shopping” evalúa los seis pilares.

Cada columna representa una pregunta, y el 100% de esa pregunta se distribuye entre los pilares que evalúa. Así, si una pregunta evalúa cuatro pilares, cada uno recibe un 16,7% (es decir, 100% dividido entre 4, pero asignado solo a los pilares correspondientes, dejando 0% en los que no aplica). En el caso de “Shoe Shopping”, que evalúa los seis pilares, cada uno recibe un 16,7%.

La penúltima columna de la tabla muestra el porcentaje total que representa cada pilar en toda la prueba. Este valor se obtiene sumando todos los porcentajes asignados a ese pilar en las diferentes preguntas. Por ejemplo, los pilares Descomposición y Algoritmos aparecen 16 veces con un valor de 16,7% cada una, lo que equivale a un 20,5% del total (calculado sobre 78 apariciones de 16,7%).

Para obtener estos porcentajes, se identificaron cuántas veces aparece el valor 16,7% en cada fila (es decir, en cada pilar). Luego, se aplica una regla de tres directa considerando que el total de apariciones de 16,7% en la tabla es 78. Por ejemplo:

Descomposición: 16 apariciones $\rightarrow (16 / 78) \times 100 = 20,5\%$

Reconocimiento de patrones: 11 apariciones $\rightarrow (11 / 78) \times 100 = 14,1\%$

Este procedimiento se repite para cada pilar, permitiendo así conocer su peso relativo dentro de la prueba.

Durante el proceso de selección de ejercicios para la evaluación del PC, se enfrentó el desafío de analizar, adaptar y traducir una cantidad considerable de material. Dado que muchos de los ejercicios disponibles estaban en idioma inglés o requerían ajustes para que fueran adecuados para el contexto de la evaluación, se necesitó un esfuerzo adicional para garantizar que el contenido fuera comprensible y relevante para los estudiantes.

Para abordar esta necesidad, se asignó tiempo y recursos para revisar y adaptar cada ejercicio seleccionado. Esto implicó la traducción de instrucciones, descripciones y materiales adicionales relacionados con los ejercicios, así como la modificación de cualquier contenido que pudiera resultar confuso o poco claro para los estudiantes.

Mientras que la Tabla 1 presenta la distribución porcentual de los pilares del pensamiento computacional en la estructura general de la prueba, la Tabla 2 se enfoca en el desempeño individual. Específicamente, muestra cómo se reflejaría el porcentaje obtenido por un estudiante hipotético en cada pilar, en función de las preguntas que haya respondido correctamente. Esta segunda tabla permite analizar no solo qué pilares están más presentes en la prueba, sino también cómo se manifiestan en los resultados individuales, facilitando una evaluación más detallada y personalizada del desarrollo del pensamiento computacional.

Tabla 2. Porcentaje individual de cada pregunta para cada pilar

PORCENTAJE DE CADA PREGUNTA EN CADA PILAR																	
Número de pregunta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Descomposición	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,0	1,3	1,3	1,3
Reconocimiento de patrones	0,0	1,3	0,0	1,3	1,3	0,0	0,0	1,3	0,0	1,3	1,3	1,3	0,0	1,3	1,3	1,3	1,3
Abstracción	1,3	1,3	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	1,3	0,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Modelado y simulación	1,3	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3	0,0	1,3	1,3	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3	1,3	1,3	0,0
Algoritmos	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Evaluación	0,0	1,3	1,3	1,3	0,0	1,3	1,3	1,3	0,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,0

100%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se desglosa el funcionamiento de la Tabla 2:

Cada celda representa el porcentaje que un estudiante obtendría en un pilar específico si respondiera correctamente una pregunta determinada.

El valor 1,3% corresponde a la fracción que representa una aparición de un pilar en una pregunta, calculado como:

$$(100\%)/(78) \approx 1,28\% \approx 1,3\%$$

Esto se basa en que hay 78 apariciones del valor 16,7% en la Tabla 1 (es decir, 78 veces que algún pilar fue evaluado en alguna pregunta).

Por tanto, si un estudiante responde correctamente una pregunta que evalúa, por ejemplo, Descomposición, entonces se le suma 1,3% en ese pilar.

La Tabla 2 simula cómo se distribuiría el puntaje de un estudiante hipotético que haya respondido correctamente ciertas preguntas, por ejemplo, si un estudiante respondiera correctamente únicamente las preguntas 6, 12 y 17, su desempeño por pilar se calcularía sumando los porcentajes correspondientes a esas preguntas en cada fila. En ese caso, obtendría:

3,9% en Descomposición ($1,3\% \times 3$),

2,6% en Reconocimiento de Patrones ($1,3\% \times 2$),

2,6% en Abstracción ($1,3\% \times 2$),

1,3% en Modelado y Simulación ($1,3\% \times 1$),

3,9% en Algoritmos ($1,3\% \times 3$),

2,6% en Evaluación ($1,3\% \times 2$).

Este ejemplo permite visualizar cómo el rendimiento en preguntas específicas se traduce en una puntuación distribuida por pilar, lo que facilita una evaluación más detallada del perfil de pensamiento computacional del estudiante.

Esto permite hacer un análisis individualizado del desempeño por pilar, en contraste con la Tabla 1 que muestra la composición general de la prueba.

Debido a que en la prueba se aplicaron 9 ejercicios, fue necesario recalcular las fórmulas y las tablas, para garantizar que a cada estudiante se le evaluara de acuerdo con la combinación de ejercicios que hubiese presentado.



La Ilustración 4 muestra cómo se realizó el montaje en la plataforma Moodle para cada una de las 3 categorías: Básico, Intermedio y Avanzado, con selección aleatoria de 9 ejercicios sobre una base común de 17.

La realización del examen fue entre el 15 de octubre y el 28 de octubre del 2023, y se obtuvieron los indicadores de inscritos mostrados en la Tabla 3:

Tabla 3. Cantidad de inscritos en Moodle, pruebas presentadas, pruebas incluidas

CATEGORÍA	UNIVERSIDAD	INSCRITOS EN MOODLE		PRUEBAS PRESENTADAS		PRUEBAS INCLUIDAS	
Básico	IUSH	101	523	14	74	8	56
	UNAL	422		60		48	
Intermedio	IUSH	172	591	30	264	16	206
	UNAL	419		234		190	
Avanzado	IUSH	145	445	18	124	11	106
	UNAL	300		106		95	

Fuente: Elaboración propia

La Ilustración 5 es un ejemplo de cómo se descargó la información de los resultados de Moodle, las respuestas incorrectas tienen un puntaje de cero, en tanto que las que no se respondieron

tienen un guion medio; para efectos de poder realizar las operaciones aritméticas se reemplazaron los guiones por cero.

Ilustración 5. Ejemplo de resultados descargados desde Moodle

D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Tiempo requerido	Calificación/9.00	P. 1 /1.00	P. 2 /1.00	P. 3 /1.00	P. 4 /1.00	P. 5 /1.00	P. 6 /1.00	P. 7 /1.00	P. 8 /1.00	P. 9 /1.00
48 minutos	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0
53 minutos 51 segundos	4,17	0,67	0,5	0	0	1	1	1	0	0
32 minutos 4 segundos	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
19 minutos 5 segundos	1,33	0,33	0	0	1	0	0	0	0	0
25 minutos 4 segundos	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0
42 minutos 48 segundos	4,33	0,33	1	1	1	0	0	0	1	0
1 hora	1,5	1	0,5	0	0	0	-	-	-	-
25 minutos 32 segundos	2,33	0,33	0	0	1	0	1	0	0	0
31 minutos 30 segundos	2,33	0,33	1	1	0	0	0	0	0	0
36 minutos 48 segundos	3,5	0	0,5	0	0	0	1	1	1	0
51 minutos 17 segundos	5,33	1	1	0,33	1	0	0	0	1	1
10 minutos 55 segundos	1,83	0	0,33	0,5	0	0	1	0	0	0
26 minutos 31 segundos	3,83	0	0,5	0,33	1	1	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Una vez recopilados y transformados todos los datos, se procedió a desarrollar el software previamente mencionado utilizando el lenguaje de programación Python. Este software fue diseñado con diversas funciones que permiten calcular los porcentajes correspondientes a cada uno de los pilares evaluados en la prueba para cada estudiante. El software también ofrece herramientas para analizar y visualizar los resultados de manera eficiente y precisa. Gracias a esta implementación, se ha facilitado significativamente el proceso de evaluación y seguimiento del desempeño de los estudiantes en relación con los diferentes pilares evaluados. Esta herramienta no solo agiliza el proceso de análisis, sino que también proporciona una visión más detallada y completa de los resultados, lo que permite identificar pilares que requieren más atención.

Ilustración 6. Ejemplo de resultados entregados por el software en el lenguaje de programación Python

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Abstracción	Abstracción_percentage	Algoritmos	Algoritmos_percentage	Descomposicion	Descomposicion_percentage	Evaluación	Evaluación_percentage	Modelado y Simulación	Modelado y Simulación_perce	Reconocimiento de Patrones
2	2,380952381	16,66666667	4,761904762	25	2,380952381	12,5	4,761904762	25	4,761904762	40	4,761904762
3	5,952380952	41,66666667	8,333333333	43,75	8,738095238	45,875	7,547619048	45,28571429	9,928571429	69,5	7,547619048
4	2,43902439	14,28571429	2,43902439	12,5	2,43902439	11,11111111	2,43902439	16,66666667	2,43902439	14,28571429	2,43902439
5	2,380952381	16,66666667	2,380952381	12,5	3,166666667	16,625	3,166666667	16,625	3,166666667	33,25	3,166666667
6	7,142857143	37,5	7,142857143	33,33333333	4,761904762	25	7,142857143	37,5	4,761904762	50	4,761904762
7	9,302325581	57,14285714	9,302325581	50	10,06976744	48,11111111	7,744186047	47,57142857	5,418604651	38,83333333	7,744186047
8	3,488372093	18,75	3,488372093	16,66666667	2,325581395	12,5	3,488372093	18,75	1,162790698	16,66666667	3,488372093
9	2,325581395	20	4,651162791	25	5,418604651	29,125	5,418604651	25,88888889	0,76744186	5,5	5,418604651
10	5	40	5	25	5,825	25,88888889	3,325	16,625	3,325	26,6	0,825
11	5,681818182	35,71428571	7,954545455	38,88888889	6,818181818	37,5	7,954545455	43,75	7,954545455	58,33333333	5,681818182
12	9,523809524	66,66666667	11,9047619	62,5	12,69047619	59,22222222	12,69047619	59,22222222	3,166666667	33,25	7,928571429

Fuente: Elaboración propia

La Ilustración 6 muestra el formato de salida del programa en el lenguaje de programación Python. Para cada estudiante, ubicado en un renglón, el sistema entrega 12 columnas con el análisis de los porcentajes obtenidos en cada pilar, y la relación en cuanto al porcentaje obtenido por todos los que hayan presentado la misma prueba.

Para analizar los resultados de la prueba, se desarrolló un software en Python que replicó la lógica previamente implementada en Excel, con el objetivo de automatizar y escalar el procesamiento de datos. Este software permitió calcular de forma eficiente los porcentajes obtenidos por cada estudiante en los distintos pilares del pensamiento computacional, en función de las preguntas que respondió correctamente. A diferencia del enfoque manual en Excel, la implementación en Python facilitó el análisis exhaustivo de las 24.310 combinaciones posibles de preguntas, permitiendo así evaluar múltiples escenarios hipotéticos de desempeño.

Desde el punto de vista técnico, el análisis se estructuró en torno a la lectura y transformación de datos en formato CSV exportados desde Moodle, seguidos de operaciones vectorizadas utilizando bibliotecas como Pandas y NumPy. Se diseñaron funciones específicas para mapear las respuestas correctas a los pilares correspondientes, y se aplicaron reglas de ponderación basadas en la distribución porcentual definida en la Tabla 1. Además, se implementaron estructuras de control para recorrer todas las combinaciones posibles de preguntas, calcular los puntajes por pilar y almacenar los resultados en estructuras de datos optimizadas para su posterior análisis estadístico y visualización.

Esta automatización no solo aceleró el procesamiento, sino que también garantizó mayor precisión y consistencia en los cálculos, haciendo posible una evaluación más detallada y personalizada del rendimiento por pilar. Asimismo, la flexibilidad del entorno de programación permitió escalar el análisis a grandes volúmenes de datos y generar informes personalizados para cada estudiante.

3. Resultados y Discusión

La Tabla 4 indica la cantidad de estudiantes que se analizaron luego de presentar la prueba en cada categoría, por cada universidad, así como el porcentaje obtenido por cada institución y el porcentaje combinado: (Se excluyeron los estudiantes que desarrollaron la prueba en menos de 10 minutos o con puntajes igual a cero).

Tabla 4. Consolidado de resultados obtenidos en la primera prueba

CATEGORÍA	Universidad	Cantidad	Abstracción	Abstracción Unificado	Algoritmos	Algoritmos unificado	Descomposición	Descomposición unificado	Evaluación	Evaluación unificado	Modelado y Simulación	Modelado y simulación unificado	Reconocimiento de Patrones	Reconocimiento de Patrones unificado
Básico	IUSH	8	38,59	39,63	36,55	36,27	34,88	36,21	32,80	38,35	32,71	34,43	37,80	40,32
	UNAL	48	39,8		36,23		36,44		39,28		34,72		40,75	
Intermedio	IUSH	16	34,4	45,26	33,76	42,72	33,09	39,64	36,08	45,11	35,66	44,94	34,15	43,82
	UNAL	190	46,17		43,47		40,19		45,87		45,72		44,63	
Avanzado	IUSH	11	40,63	46,99	39,77	43,99	39,47	43,97	40,76	45,58	38,64	40,72	40,44	45,76
	UNAL	95	47,72		44,47		44,49		46,14		40,96		46,37	

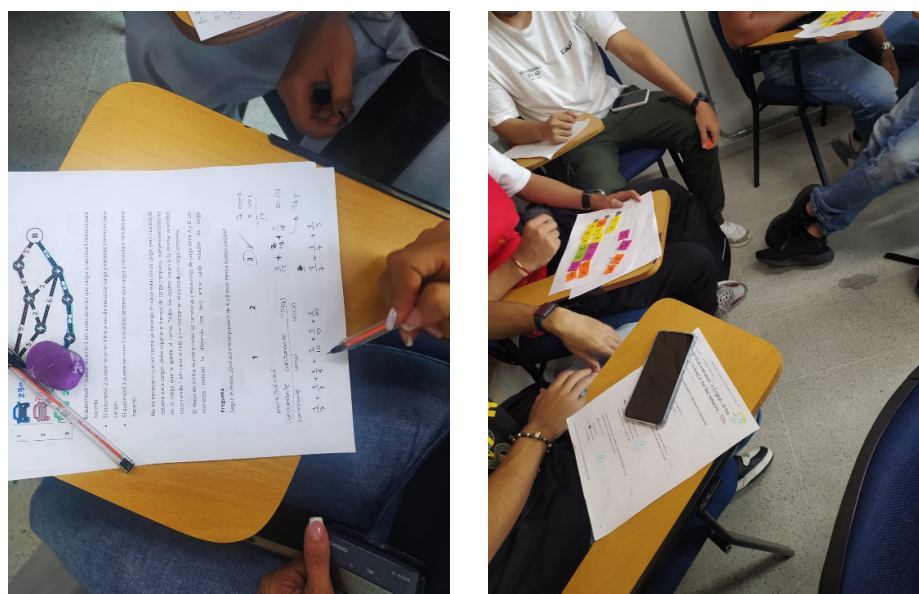
Fuente: Elaboración propia

Para interpretación de la Tabla 3, se puede tomar el siguiente ejemplo: En la categoría Básico se presentaron 8 estudiantes de la IUSH y resolvieron correctamente el 38,59% de las preguntas que medían el pilar de Abstracción, para la misma categoría se presentaron 48 estudiantes de la UNAL y resolvieron correctamente el 39,8% de las preguntas que medían el pilar de Abstracción.

Teniendo en cuenta la cantidad de estudiantes ponderada de cada institución, en conjunto, para la categoría Básico se obtuvo un porcentaje del 39,63% sobre un máximo de 100%.

Conscientes de la necesidad de contextualizar más a los estudiantes acerca del PC, se realizó un segundo ejercicio, más amplio, y consistió en que, a otro grupo de estudiantes, de nivel Básico, se les orientó primero un taller presencial y 100% práctico con ejercicios de PC, y luego se les aplicó la misma prueba que al primer grupo que no habían tenido el taller práctico inicial, la Ilustración 7 es evidencia del trabajo realizado con los estudiantes en el aula.

Ilustración 7. Estudiantes en Taller práctico de PC



Fuente: Elaboración propia

Se aplicó el mismo filtro para descartar a los estudiantes que hubiesen tardado menos de 10 minutos en resolver la prueba, o a aquellos que obtuvieron un puntaje de cero. La Tabla 5 resume los resultados obtenidos por ese grupo de estudiantes.

Tabla 5. Resultados obtenidos por 26 estudiantes de nivel Básico de la IUSH

Abstracción	Algoritmos	Descomposición	Evaluación	Modelado y Simulación	Reconocimiento de Patrones
34,38	33,86	33,12	36,21	38,06	36,67
Fuente: Elaboración propia					

Los resultados de la evaluación diagnóstica del PC revelaron tendencias interesantes en relación con el nivel de avance de los estudiantes en sus carreras de ingeniería. En ambas instituciones, se observó una mejora progresiva en el desempeño a medida que los estudiantes avanzaban en sus estudios. En el caso de la IUSH, esta tendencia se evidenció principalmente en los pilares de Evaluación y Modelado y Simulación. En contraste, en la UNAL se observó una mejora progresiva en cinco de los seis pilares evaluados, lo que sugiere una mayor consistencia en la progresión del desempeño en esta institución. En la IUSH, el grupo Avanzado (70–100% de avance) obtuvo los puntajes más altos en estos dos pilares, seguido por el grupo Intermedio (21–69%) y el grupo Básico (0–20%).

Este patrón de mejora sugiere que el PC se desarrolla de manera implícita a lo largo de la formación en ingeniería, aunque no se aborde de manera explícita en los planes de estudio. La exposición a problemas complejos, el uso de herramientas computacionales y la resolución de desafíos técnicos en el transcurso de la carrera parecen contribuir al fortalecimiento de las habilidades de PC.

Sin embargo, es importante destacar que el desempeño general en la prueba fue moderado, con porcentajes de logro que oscilaron entre el 33% y el 47% en los diferentes pilares. Esto indica que, si bien el PC se desarrolla de forma indirecta, existe un amplio margen para mejorarlo a través de una enseñanza más intencional y explícita.

En cuanto a las diferencias entre instituciones, los estudiantes de la UNAL obtuvieron puntajes ligeramente superiores en la mayoría de los pilares del PC en comparación con los estudiantes de la IUSH. Estas diferencias podrían atribuirse a diversos factores, como la estructura curricular, el enfoque pedagógico o el acceso a recursos tecnológicos. Sin embargo, se requiere una investigación más profunda para determinar las causas exactas de esta variación.

En relación con los pilares del PC, se observó un desempeño relativamente homogéneo en la mayoría de ellos, con excepción del pilar de Modelado y Simulación, que presentó los puntajes más bajos en los grupos Básico y Avanzado de ambas universidades. Sin embargo, esta tendencia no se replicó en el grupo Intermedio, donde los puntajes en este pilar fueron comparativamente más altos. Este hallazgo sugiere que el pilar de Modelado y Simulación podría requerir una atención especial en la formación de ingenieros, ya que es fundamental para la resolución de problemas complejos y el diseño de soluciones innovadoras.

Este hallazgo preliminar sugiere que las intervenciones prácticas pueden ser efectivas para fortalecer el PC en estudiantes de ingeniería. El estudio también incluyó un taller práctico de PC para un grupo de estudiantes de nivel Básico de la IUSH, quienes participaron en actividades orientadas al desarrollo de habilidades específicas del pensamiento computacional. Sin embargo, según los resultados presentados, esta mejora fue más evidente en los pilares de Evaluación y Modelado y Simulación, mientras que en los demás pilares los avances fueron menos notorios. Esto respalda la necesidad de incorporar este tipo de actividades en los planes de estudio, pero también indica que su diseño debe considerar estrategias específicas para impactar de manera más equilibrada todos los pilares del PC.

Los resultados de este estudio son consistentes con investigaciones previas que han demostrado la importancia del PC en la formación de ingenieros y la necesidad de una enseñanza más explícita de esta habilidad. Además, el estudio se alinea con la creciente evidencia que sugiere que el PC no es una habilidad innata, sino que se desarrolla a través de la práctica y la exposición a problemas relevantes (Brennan & Resnick, 2012).

En resumen, los resultados de esta evaluación diagnóstica revelan un panorama prometedor, pero con áreas de mejora en el desarrollo del PC en estudiantes de ingeniería. La mejora progresiva del PC a lo largo de la carrera sugiere que la formación en ingeniería contribuye a su desarrollo, pero la necesidad de una enseñanza más explícita y el bajo desempeño en el pilar de Modelado y Simulación indican que hay oportunidades para fortalecer aún más esta habilidad crítica. Los resultados de este estudio pueden servir como base para el diseño de

intervenciones pedagógicas y la revisión de los planes de estudio, con el objetivo de garantizar que los futuros ingenieros estén equipados con las habilidades de PC necesarias para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

La totalidad de los ejercicios aplicados en este estudio se encuentran disponibles en la plataforma EasyThink (EasyThink, 2020), por lo tanto, otras universidades podrían aplicarlo y de esa manera extender los escenarios de análisis y comparación.

Los resultados obtenidos en este estudio, que muestran un desarrollo progresivo del pensamiento computacional (PC) a lo largo de la formación en ingeniería, son consistentes con investigaciones previas que destacan la relación entre el avance académico y la mejora en habilidades de PC. Por ejemplo, el estudio de Kayhan, Korkmaz y Çakır (2024) encontró que las habilidades de PC y el pensamiento lógico-matemático predicen significativamente la autoeficacia en programación, lo que refuerza la idea de que estas competencias se fortalecen con la experiencia académica. Asimismo, el metaanálisis de Li et al. (2022) concluyó que tanto las actividades desconectadas como los ejercicios de programación son efectivos para enseñar PC, aunque estos últimos muestran un mayor impacto, lo cual coincide con los resultados del taller práctico implementado en este estudio. Además, Moreno Palma et al. (2024) demostraron que el aprendizaje basado en problemas mejora significativamente el PC en estudiantes universitarios, lo que respalda la necesidad de metodologías activas e intencionadas en la enseñanza de esta competencia. Estas comparaciones sugieren que, aunque el PC puede desarrollarse de forma implícita, su fortalecimiento requiere estrategias pedagógicas explícitas y contextualizadas.

4. Conclusión

Los resultados de este estudio evidencian que el PC se desarrolla de manera progresiva a lo largo de la formación en ingeniería, aunque de forma implícita y no explícita en los currículos. Este hallazgo subraya la necesidad de incorporar intencionalmente el PC en los programas de ingeniería para potenciar el desarrollo de habilidades esenciales

para el futuro profesional, como lo son la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la capacidad de análisis en un mundo cada vez más digitalizado.

La mejora en el desempeño del PC a medida que los estudiantes avanzan en sus carreras sugiere que la experiencia académica y la exposición a problemas complejos contribuyen a su desarrollo. Sin embargo, el desempeño moderado en general y las diferencias observadas entre instituciones resaltan la importancia de diseñar estrategias pedagógicas específicas y adaptadas a cada contexto para fortalecer el PC de manera más efectiva.

El taller práctico implementado en la IUSH demostró un impacto positivo en el desarrollo del PC en estudiantes de nivel básico, lo que respalda la eficacia de las intervenciones prácticas y experienciales para fomentar esta habilidad. Este hallazgo sugiere que la incorporación de actividades prácticas y proyectos que promuevan el PC en los planes de estudio podría ser una estrategia prometedora para mejorar el desempeño de los estudiantes en esta área.

Es importante destacar que, aunque el PC se ha promovido en niveles educativos básicos en Colombia a través de iniciativas como GreenTIC, su inclusión en la educación superior, especialmente en ingeniería, ha sido limitada. Los resultados de este estudio refuerzan la necesidad de abordar esta brecha y de diseñar estrategias para integrar el PC de manera más explícita y sistemática en la formación de ingenieros.

Además, el desempeño en el pilar de Modelado y Simulación fue inferior en los grupos Básico y Avanzado de ambas universidades, lo que sugiere que este aspecto del PC podría requerir una atención especial en la enseñanza de la ingeniería. Sin embargo, esta tendencia no se observó en el grupo Intermedio, donde los resultados fueron más favorables. Dada su relevancia en la resolución de problemas complejos y el diseño de soluciones innovadoras, es fundamental fortalecer este pilar mediante enfoques pedagógicos específicos y recursos educativos adecuados, especialmente en las etapas iniciales y finales de la formación.

En conclusión, este estudio proporciona evidencia empírica sobre el estado actual y la evolución del PC en estudiantes de ingeniería,

destacando la necesidad de una enseñanza más intencional y explícita de esta habilidad crítica. Los hallazgos de este trabajo pueden servir como base para el diseño de intervenciones pedagógicas, la revisión de planes de estudio y el desarrollo de políticas educativas que promuevan el fortalecimiento del PC en la formación de ingenieros, preparándolos para los retos del mundo laboral.

Se recomienda que futuras investigaciones exploren en mayor profundidad los factores que influyen en el desarrollo del PC en estudiantes de ingeniería, así como el impacto a largo plazo de las intervenciones pedagógicas específicas. También sería valioso investigar cómo integrar el PC de manera transversal en los diferentes cursos y disciplinas de la ingeniería, y cómo evaluar su impacto en el desempeño académico y profesional de los estudiantes.

5. Referencias

- Bathke Ortiz, J. de S.; Pereira, R. (2021). Computational Thinking for Youth and Adults Education: model, principles, activities and lessons learned. *Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE*, 29, 1312–1336.
- Brennan, K.; Resnick, M. (2012). Udeteka Icesi. *Eduteka*. [En línea]. Disponible en: <https://eduteka.icesi.edu.co/modulos/9/284/2120/1>
- Csizmadia, A.; Curzon, P.; Dorling, M.; Humphreys, S.; Ng, T.; Selby, C.; Woollard, J. (2015). *Computational thinking – a guide for teachers*. [En línea]. Disponible en: https://eprints.soton.ac.uk/424545/1/150818_Computational_Thinking_1_.pdf
- Doleck, T.; Bazelaïs, P.; Lemay, D. J. (2017). Examining students' computational thinking through an online learning environment: A structure equation modeling approach. *Smart Learning Environments*, 4(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s40692-017-0090-9>
- EasyThink (2020). *EasyThink*. [En línea]. Disponible en: <https://www.easythink.com.co/>
- Estado Colombiano (s.f.). *Portal Colombia Aprende*. [En línea]. Disponible en: <https://colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/greentic->
- Fedesoft (2024). *Bebras Colombia*. [En línea]. Disponible en: <https://fedesoft.org/bebras-colombia-2023/>
- Gamito, R.; Aristizabal, P.; Basasoro, M.; León, I. (2022). El desarrollo del pensamiento computacional en educación: valoración basada en una experiencia con Scratch. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innova-*

- tion, 8(1), 59–74. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i1.12093>
- Kayhan, O.; Korkmaz, Ö.; Çakır, R. (2024). How Do Computational Thinking and Logical and Math Thinking Skills Predict Programming Self-Efficacy? *Computers in the Schools*, 41, 51–73. [En línea]. Disponible en: <https://openaccess.amasya.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12450/2338?show=full>
- Korkmaz, Ö.; Çakır, R.; Özden, Y. (2017). A validity and reliability study of the Computational Thinking Scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 69, 558–569. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>
- Kwon, K.; Cheon, J.; Moon, H. (2021). Levels of problem-solving competency identified through Bebras Computing Challenge. *Education and Information Technologies*, 26, 5477–5498. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10553-9>
- Li, F.; Zhang, J.; Wang, Y.; Zhou, Y. (2022). The effectiveness of unplugged activities and programming exercises in computational thinking education: A Meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 27, 7993. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10915-x>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2023). *Colombia Programa*. [En línea]. Disponible en: <https://mintic.gov.co/colombiaprograma/847/w3-channel.html>
- Moodle (n.d.). *Moodle Pty Ltd*. [En línea]. Disponible en: <https://moodle.org/?lang=es>
- Moreno Palma, N.; Hinojo Lucena, F. J.; Romero Rodríguez, J. M.; Cáceres Reche, M. P. (2024). Effectiveness of Problem-Based Learning in the Unplugged Computational Thinking of University Students. *Education Sciences*, 14. <https://doi.org/10.3390/educsci14070693>
- Mueller, J.; Beckett, D.; Hennessey, E.; Shodiev, H. (2017). Assessing Computational Thinking Across the Curriculum. En: Rich, P. J.; Hodges, C. B. (eds.). *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking*, 251–267. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_16
- Palts, T.; Pedaste, M. (2020). A Model for Developing Computational Thinking Skills. *Informatics in Education*, 19, 113–128. <https://doi.org/10.15388/infe-du.2020.06>
- Paucar-Curasma, R.; Tito-Lugo, A.; De La Cruz-Chacaltana, M.; Chávez-Aldave, A. (2023). Development of Computational Thinking through STEM Activities for the Promotion of Gender Equality. *Sustainability*, 15(16). <https://doi.org/10.3390/su151612335>
- Pérez, J. (2021). Percepción de estudiantes universitarios sobre el pensamiento computacional. *Revista de Docencia Universitaria*, 19(2), 111–127. <https://doi.org/10.4995/redu.2021.15491>
- Rodríguez, B.; Kennicutt, S.; Rader, C.; Camp, T. (2017). Assessing Computational Thinking in CS Unplugged. *Proceedings of the 2017 ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. <https://doi.org/10.1145/3017680.3017779>

- Román González, M.; Moreno León, J.; Robles, G. (2019). Combinación de herramientas de evaluación para una evaluación exhaustiva de las intervenciones de pensamiento computacional. En: Kong, S. C.; Abelson, H. (eds.). *Computational Thinking Education*, 79–98. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_6
- Shiau Wei, C.; Chee Kit, L. (2020). Assessing computational thinking abilities among Singapore secondary students: a Rasch model measurement analysis. *Journal of Computers in Education*, 8, 213–236. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00177-2>
- Tang, X.; Yin, Y.; Lin, Q.; Hadad, R.; Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>
- Vilnius University (2004). *Bebras*. [En línea]. Disponible en: <https://www.bebbras.org/index.html>