

## Análisis de resultados del desafío internacional bebras Colombia 2022



Revista EIA  
ISSN 1794-1237  
e-ISSN 2463-0950  
Año XIX/ Volumen 21/ Edición N.42  
Julio - diciembre de 2024  
Reia4209 pp. 1-24

Publicación científica semestral  
Universidad EIA, Envigado, Colombia

### PARA CITAR ESTE ARTÍCULO / TO REFERENCE THIS ARTICLE /

Suaza Jimenez, J. H.; Hurtado Castaño, C.; González Pérez M. E.  
Análisis de resultados del desafío internacional bebras Colombia 2022  
Revista EIA, 21(42), Reia4209.  
pp. 1-24.  
<https://doi.org/10.24050/reia.v21i42.1733>

✉ *Autor de correspondencia:*

Suaza Jimenez, J. H.  
Doctor en Pensamiento Complejo  
Instituto Tecnológico Metropolitano,  
Colombia  
[jorgesuaza@itm.edu.co](mailto:jorgesuaza@itm.edu.co)

**Recibido:** 17-10-2023  
**Aceptado:** 27-05-2024  
**Disponible online:** 01-07-2024

✉ JORGE HERNAN SUAZA JIMENEZ<sup>1</sup>  
CATALINA HURTADO CASTAÑO<sup>2</sup>  
MARÍA EUGENIA GONZÁLEZ PÉREZ<sup>3</sup>

1. Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia
2. Institución Universitaria Digital de Antioquia, Colombia
3. Institución Universitaria Salazar y Herrera, Colombia

### Resumen

El International Challenge on Informatics and Computational Thinking Bebras es una herramienta que se utiliza en Colombia para medir las habilidades de los estudiantes en Pensamiento Computacional, y es una oportunidad para reflexionar sobre cómo mejorar las prácticas educativas utilizando nuevas herramientas y tecnología. La educación en ciencias e ingeniería se enfoca en aprender y desarrollar habilidades mediante la asimilación de contenido, sin embargo, para preparar a los estudiantes para el mundo actual, es importante estimular el pensamiento crítico y computacional.

Bebras Colombia contó con la participación de 2751 y 5191 estudiantes entre 8 y 21 años en los años 2021 y 2022 respectivamente. Los resultados mostraron que hay pilares fáciles y difíciles por categoría, y se identificaron las correlaciones más fuertes entre pares de pilares. También se encontraron diferencias significativas por género y tipo de institución educativa.

La introducción del desafío Bebras en Colombia representa una medida que promueve el fortalecimiento de competencias en Pensamiento Computacional, una habilidad esencial para afrontar los desafíos del presente y del porvenir. Asimismo, resulta de gran relevancia que el sistema educativo se ajuste a las innovaciones tecnológicas y recursos disponibles con el propósito de formar a los estudiantes en consonancia con las demandas del entorno laboral y la sociedad en su conjunto.

**Palabras clave:** Pensamiento Crítico; Tecnología; Educación; Aprendizaje; Pensamiento computacional.

# Analysis of the results of the bebras Colombia 2022 international challenge

## Abstract

The International Challenge on Informatics and Computational Thinking Bebras is a tool used in Colombia to measure students' skills in Computational Thinking, and is an opportunity to reflect on how to improve educational practices using new tools and technology. Science and engineering education focuses on learning and developing skills through the assimilation of content; however, to prepare students for today's world, it is important to stimulate critical and computational thinking.

Bebras Colombia had the participation of 2751 and 5191 students between 8 and 21 years old in the years 2021 and 2022 respectively. The results showed that there are easy and difficult pillars by category, and the strongest correlations between pairs of pillars were identified. Significant differences were also found by gender and type of educational institution.

La introducción del desafío Bebras en Colombia representa una medida que promueve el fortalecimiento de competencias en Pensamiento Computacional, una habilidad esencial para afrontar los desafíos del presente y del porvenir. Asimismo, resulta de gran relevancia que el sistema educativo se ajuste a las innovaciones tecnológicas y recursos disponibles con el propósito de formar a los estudiantes en consonancia con las demandas del entorno laboral y la sociedad en su conjunto.

**Keywords:** Critical Thinking; Technology; Education; Learning; Computational Thinking.

## 1. Introducción

La tecnología ha tenido un papel destacado en la sociedad actual, abarcando distintos aspectos como la economía, política, asociación, cultura, vida personal y, por supuesto, la educación. En el ámbito educativo, la evolución de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), el surgimiento de las redes sociales, los dispositivos móviles inteligentes y otros avances tecnológicos, han generado transformaciones significativas en los métodos de enseñanza y aprendizaje.

Para que un estudiante pueda comprender y resolver de manera efectiva los problemas, es necesario que utilice habilidades de lógica

y abstracción (lahtinen, 2005; Mow, 2008; Mine, 2002). La forma en que el estudiante enfoque estos problemas será la clave para demostrar claramente la adquisición de las competencias requeridas.

El concepto de la Teoría Computacional de la Mente (TCM) de Hilary Putnam, que se introdujo en los años 60 y se menciona en el trabajo de Alvarado (2000), postula que el funcionamiento del cerebro y la mente humana puede asimilarse al de un ordenador. Según esta perspectiva, el cerebro tiene la capacidad de procesar datos y estímulos utilizando el pensamiento como un marco que facilita el análisis y la estructuración de la información.

Este enfoque pone de manifiesto cómo el pensamiento opera a través de la interacción entre ideas y acciones. Sin embargo, en lugar de que el cerebro actúe como un centro de control que desarrolla algoritmos para ejecutar funciones específicas, funciona más bien como un depósito donde se almacena información, que sirve como fuente para los procesos cognitivos, haciendo uso de reglas sintácticas previamente establecidas.

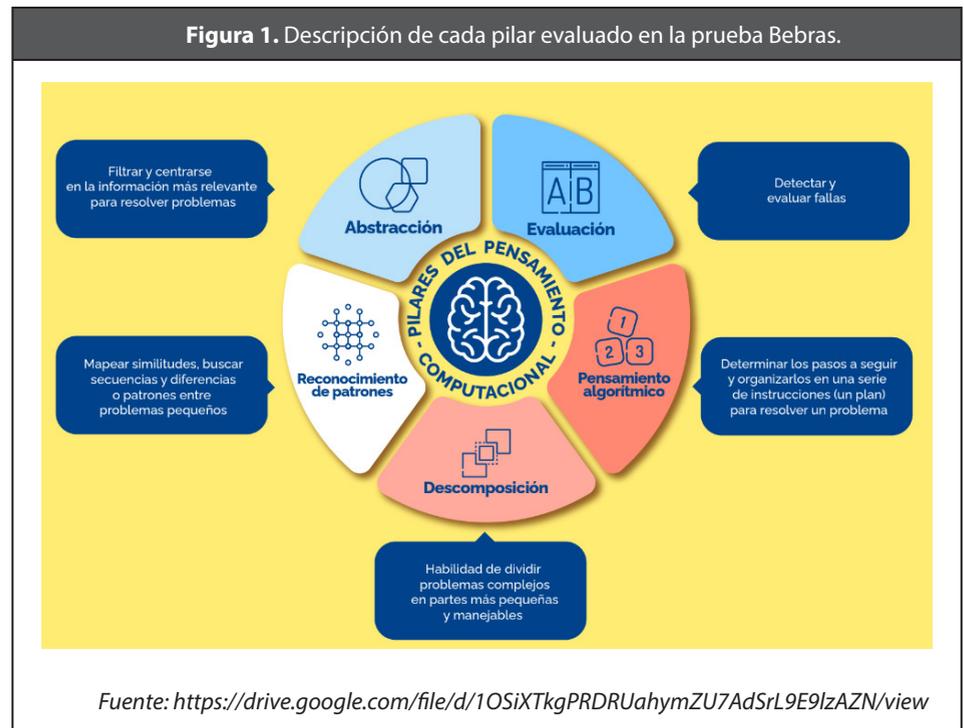
En el proceso de adquirir las habilidades necesarias para ser un ingeniero, se abarcan múltiples niveles de abstracción. Es crucial comprender los fundamentos teóricos y saber aplicarlos en diversos contextos para alcanzar un sólido dominio de las destrezas requeridas.

A través de esta investigación, se busca medir las habilidades de los estudiantes desde el grado cuarto al grado once en Colombia en ciertos aspectos del Pensamiento Computacional (PC), con el objetivo de orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De acuerdo con Wing (2006), la Competencia en PC se considera una habilidad fundamental, comparable en importancia a la lectura, la escritura y las habilidades matemáticas en cuanto a su relevancia para la resolución de problemas en la vida diaria. Esta competencia implica la capacidad de identificar las características clave de un problema, considerar todos los pasos necesarios para llegar a una solución efectiva, y tener en cuenta las restricciones del entorno y la complejidad del problema en cuestión.

En este proyecto de investigación, se evaluaron cinco aspectos fundamentales del PC, como se muestra en la Figura 1. El proceso

comienza con la descomposición de un problema en componentes más pequeños, seguido de la abstracción de sus características esenciales, lo que conduce a la identificación de patrones. Luego, se desarrolla una solución algorítmica y, finalmente, se procede con la evaluación de dicha solución.



Al identificar los elementos esenciales y relevantes de un problema, se aumentan las oportunidades de descubrir una solución y expresarla de forma eficaz. Por lo tanto, el PC se emplea en la aplicación del enfoque analítico característico de las ciencias informáticas en situaciones cotidianas. Esto permite enfrentar situaciones problemáticas que no siempre requieren el uso de TIC para su solución, pero sí implica definir secuencias de pasos o algoritmos para alcanzarla.

Así, la abstracción se convierte en un enfoque para analizar el problema, lo que facilita la identificación de situaciones diversas que pueden tener características comunes o intereses compartidos, permitiendo aplicar soluciones de forma generalizada.

El análisis situacional, como señala Simari (2013), implica la construcción de estructuras de control mediante reglas sintácticas. Al examinar detalladamente la TCM, se entiende que el computador no genera por sí mismo las instrucciones que utiliza, sino que interpreta de manera precisa aquellas que le son proporcionadas.

Tomando en cuenta los componentes del PC, es posible apreciar la propuesta de Ala-Mutka (2004) en el marco teórico de las ciencias informáticas., se pueda utilizar un enfoque educativo tradicional para formar estudiantes que sean capaces de replicar estructuras de control y secuencias que han aprendido, pero que no sean capaces de comprender cómo aplicarlas a situaciones en las que los problemas cambian.

Wing (2006) plantea que el PC se fundamenta en la formulación de problemas y sus respectivas soluciones, a través de una representación que pueda ser asimilada por un agente que procesa información, ya sea de origen natural, artificial o una combinación de ambas. Para lograr esta representación, es imperativo identificar los principios que gobiernan el PC y determinar las actividades necesarias para orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje de cada estudiante. Aunque no detalla estos principios de manera específica, argumenta que existe una necesidad universal en cualquier disciplina de fomentar la habilidad de abstracción y de comprender cómo esta se vincula con la descomposición del problema en componentes más pequeños pero significativos. A partir de esto, se derivan las siguientes capacidades que un estudiante debe desarrollar, como se presenta en su disertación como son:

- Habilidad para extraer las características fundamentales de un problema, reconociendo tanto sus aspectos específicos como aquellos que se aplican a diversas situaciones.
- Habilidad para descomponer el problema en partes significativas y de dimensiones adecuadas.
- Habilidad para seleccionar la representación más idónea para un problema en particular y rastrear sus elementos constituyentes.

- Habilidad para reconocer las variables involucradas en el problema y comprender su dinámica, incluyendo las características invariables que sustentan las transformaciones a lo largo del proceso.
- Habilidad para discernir entre diferentes soluciones posibles para un problema y especificar la más adecuada en función de las propiedades del problema y los métodos heurísticos utilizados para su análisis.

De otro modo, Barr (2011) propone que el PC es una habilidad mental fundamental necesaria en diferentes campos académicos, más allá de la informática, y presenta principios que respaldan esta idea.

El autor destaca que el PC implica habilidades como el análisis y la organización lógica de datos, la construcción de modelos y simulaciones, la formulación de soluciones con la ayuda de la tecnología, la identificación y prueba de posibles soluciones, la automatización de soluciones mediante algoritmos, y la capacidad de aplicar este proceso a problemas cotidianos de manera generalizada.

Según Brennan y Resnick (2012), no hay una única definición consolidada del concepto de PC, por lo tanto, existen varias posibilidades para interpretarlo. Estos autores identifican tres dimensiones esenciales: la dimensión computacional, las prácticas computacionales y las perspectivas computacionales.

La dimensión computacional se refiere a los conocimientos necesarios para estructurar instrucciones y utilizar operadores que permiten construir expresiones. La segunda dimensión se enfoca en el desarrollo de habilidades para analizar problemas y diseñar soluciones adecuadas. La tercera dimensión se relaciona con cómo se desarrollan habilidades de comunicación y habilidades transversales. Estos se pueden considerar como fundamentos generales.

De acuerdo con las definiciones de los diferentes autores acerca del PC, se puede concluir que éste se ha vuelto cada vez más relevante como una habilidad esencial que debe desarrollarse en las aulas de clase.

Como parte de los esfuerzos para establecer un marco común que facilite la comprensión del PC, se puede considerar la propuesta presentada por la Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (ISTE), en colaboración con la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) y la Asociación de Docentes en Ciencias de la Computación (CSTA) en 2012. Esta propuesta incluye principios y propiedades fundamentales que son esenciales para el desarrollo de las habilidades de los estudiantes.

- Habilidad para formular problemas de manera que puedan ser resueltos utilizando herramientas computacionales y no computacionales de apoyo.
- Habilidad para organizar lógicamente datos y analizarlos.
- Habilidad para representar datos a través de abstracciones como modelos y simulaciones.
- Habilidad para automatizar soluciones mediante el pensamiento algorítmico y la creación de una secuencia ordenada de pasos.
- Habilidad para identificar, analizar e implementar soluciones adecuadas a problemas específicos, seleccionando el conjunto de pasos más eficiente y efectivo.
- Habilidad para generalizar el proceso de solución construido, de manera que pueda ser transferido y adaptado a otros problemas.

Estos principios fueron la base del análisis realizado en este trabajo de investigación, buscando identificar el nivel general de competencia en PC de los estudiantes de educación básica desde el grado cuarto y de educación media en Colombia.

En Colombia, se han realizado diversos esfuerzos para incorporar el PC en los sistemas educativos en diferentes etapas. Por ejemplo, algunos docentes de educación media han incluido en sus planes de estudio el uso de Scratch (Desarrollo Del PC Mediante Scratch, 2018), una herramienta que ha permitido desarrollar habilidades de razonamiento lógico, generación de ideas a partir de proyectos iniciales, así como mantener la atención y perseverancia en los estudiantes. Sin embargo, esta

incorporación ha sido de manera autónoma por parte de las instituciones educativas, y desde el año 2016, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) ofrece capacitaciones en el uso de esta herramienta con el objetivo de incorporar los conceptos de programación y PC en los niveles escolares en Colombia (Colombia, 2016).

El MEN, en colaboración con el British Council del Reino Unido, lanzó una iniciativa en 2019, que ha certificado a 7307 docentes hasta la fecha. Las regiones del país con mayor cantidad de docentes certificados son Antioquia con 724, Bogotá con 715 y Santander con 707. El objetivo principal de esta iniciativa es promover la programación y el PC como competencias básicas, al igual que el aprendizaje de un idioma y las matemáticas (MINTIC, 2021).

Otra iniciativa para medir el PC a gran escala es Bebras, que tuvo sus orígenes en Lituania en el año 2003. Su objetivo principal es promover el interés de los estudiantes en todo el mundo en el campo de la informática, especialmente en el PC. Desde su inicio, el desafío se ha expandido a diferentes países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), pasando de unos pocos miles de participantes lituanos en 2004 a millones de participantes de decenas de países en los años posteriores. En Latinoamérica, países como Uruguay, Cuba, República Dominicana, Perú y Colombia hacen parte de este desafío. Los principales promotores de esta iniciativa en Colombia son Fedesoft, REDIS, EasyThink y Recursos Educativos y Tecnológicos (Redtech), con el apoyo del MEN y el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia (MINTIC). Es importante tener en cuenta que esta prueba no busca medir de la misma manera en todos los países, sino que varía en los ítems según la región, (Bavera et al, 2019) (Román-González, 2016).

La principal característica de este desafío es que no evalúa conocimientos previos o habilidades específicas en ciencias de la computación o PC adquiridos durante la educación escolar, más bien, es un desafío que presenta a los estudiantes actividades de resolución de problemas en forma de tareas cortas, breves y lúdicas, acompañadas a menudo por historias con imágenes e interactividad. El objetivo del desafío es evaluar habilidades de PC como

Descomposición (D), Reconocimiento de patrones (RP), Abstracción (A), Pensamiento Algorítmico (PA) y Evaluación (E). Estas tareas son la base de Bebras, ya que motivan a los estudiantes a aprender sobre ciencias de la computación, desarrollar habilidades de PC y familiarizarse con una amplia variedad de conceptos en este campo, (Román-González, 2016) (Bordignon & Iglesias, 2018).

Bebras es un evento anual organizado localmente por cada país, a través de organizaciones que establecen los objetivos y ejecutan el desafío. Cada país elige la tecnología y las tareas aprobadas por el taller internacional de tareas de Bebras, aunque hay algunas tareas obligatorias que deben ser utilizadas por todos los países.

Se ofrecen distintos conjuntos de actividades adaptados a estudiantes de diversas edades, y se proponen seis grupos de edad como sugerencia.

- Grupo I. Preprimaria - Grado 1 y 2 (5-8 años)
- Grupo II. Primaria - Grado 3 y 4 (8-10 años)
- Grupo III. Benjamines - Grado 5 y 6 (10-12 años)
- Grupo IV. Cadetes - Grado 7 y 8 (12-14 años)
- Grupo V. Juniors - Grado 9 y 10 (14-16 años)
- VI grupo. Mayores - Grado 11 y 12 (13) (16-19 años)

En cada país, las clasificaciones y rangos de edades para Bebras pueden variar, y solo algunos países incluyen a participantes de edades más tempranas. En el caso de Bebras en Colombia, se aplica a jóvenes que tienen entre 8 y 21 años y cursan los grados de cuarto a once.

## 2. Materiales y métodos

Los ejercicios utilizados en las mediciones del PC fueron obtenidos del repositorio proporcionado por <https://www.bebas.org/>. Estos ejercicios evalúan entre 1 y 5 pilares específicos, que son: A, PA, D, E y RP.

La prueba fue realizada en la plataforma Moodle, lo cual permitió obtener los resultados individuales de cada participante para cada una de las preguntas, incluyendo las respuestas parciales. Por ejemplo, en el caso de preguntas de respuesta única, el sistema asigna un valor de 1 para respuestas correctas y 0 para las incorrectas. Sin embargo, en el caso de preguntas con múltiples ítems, el sistema proporciona una puntuación equivalente a la cantidad de ítems acertados por el estudiante. A continuación, se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos por 6 participantes a través de Moodle:

**Tabla 1.** Distribución de puntajes por pregunta para cada participante

Cal/15	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15
10,71	0,71	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
3,00	-	0,00	-	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
5,00	-	-	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
8,57	0,57	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
5,63	0,43	0,00	0,20	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00
4,29	0,29	0,00	1,00	0,00	-	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
8,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

*Fuente: Elaboración propia*

La primera columna de la tabla 1 contiene el consolidado de los puntajes obtenidos por los participantes en cada una de las 15 preguntas evaluadas en la prueba, y cada ejercicio se calificó dentro de su rango teórico completo de 0,00 a 1,00. Estos puntajes están almacenados en las 15 columnas siguientes, una para cada pregunta.

Con el fin de garantizar una distribución equitativa de los porcentajes de cada pilar evaluado en cada categoría de ejercicios,

se asignó una ponderación a cada uno de los pilares en función de la cantidad de veces que fue medido en el conjunto total de ejercicios de la categoría correspondiente. De esta manera, se aseguró que cada pilar tuviera el mismo factor de ponderación en la evaluación final.

Es importante destacar que cada ejercicio fue evaluado según los pilares específicos que mide, y se le asignó un porcentaje correspondiente en función de la cantidad de pilares que evalúa. De esta forma, se aseguró que cada ejercicio contribuyera de manera justa al resultado final de la evaluación del PC.

Para cada ejercicio se asignó un porcentaje en función de la cantidad de pilares que se miden. Por ejemplo, si un ejercicio mide solo los pilares de A y RP, se asignó un 50% a cada uno de esos dos pilares. En cambio, si un ejercicio mide tres pilares, se asignó un 33,33% a cada uno de ellos. Es importante destacar que cada categoría está compuesta por 15 ejercicios diferentes, por lo que el aporte de cada ejercicio al porcentaje total de la medición es relativo a los pilares que se miden en cada caso.

Para llevar a cabo la medición del PC de los estudiantes, se segmentó a los mismos en cuatro categorías, según el grado escolar en el que se encontraban matriculados al momento de presentar la prueba, estas categorías se denominaron Esquejes, Semillas, Retoños y Cafetos, y se distribuyeron de la siguiente manera:

Esquejes: Estudiantes de 4° y 5° grado, Semillas: Estudiantes de 6° y 7° grado, Retoños: Estudiantes de 8° y 9° grado, Cafetos: Estudiantes de 10° y 11° grado.

Así se aseguró una evaluación más precisa y homogénea del PC en cada uno de los grupos de estudiantes, y se obtuvieron resultados más representativos para cada nivel educativo, la tabla 2 muestra los componentes porcentuales según los pilares evaluadas en cada pregunta en el cuestionario del grupo Esquejes y la tabla 3 evidencia la composición porcentual para cada pilar en la misma categoría en la columna de Porcentaje por cada pilar evaluado (%PP), también registra el porcentaje ponderado para cada pilar en cada una de las preguntas respecto al total de la prueba.

**Tabla 2.** Composición porcentual según el pilar evaluado en cada pregunta para la categoría de Esquejes

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
A	0	25	0	50	33	50	100	50	0	0	20	0	100	0	0
PA	50	25	100	0	33	50	0	50	0	100	20	100	0	100	100
D	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
E	0	25	0	0	33	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
RP	50	0	0	50	0	0	0	0	100	0	20	0	0	0	0
Total%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.** Composición porcentual por pilar para la categoría de Esquejes

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	% PP
A	0,0	1,7	0,0	3,3	2,2	3,3	6,7	3,3	0,0	0,0	1,3	0,0	6,7	0,0	0,0	28,6%
PA	3,3	1,7	6,7	0,0	2,2	3,3	0,0	3,3	0,0	6,7	1,3	6,7	0,0	6,7	6,7	48,6%
D	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0%
E	0,0	1,7	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2%
RP	3,3	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	14,7%
																100%

Fuente: Elaboración propia

**Abreviatura:** Porcentaje por cada Pilar evaluado (PP).

### 3. Resultados y discusión

A continuación, se presentan resultados consolidados de Bebras Colombia 2022. Inicialmente se exponen las características de la muestra y acto seguido, el análisis descriptivo y de correlación por categorías y pilares, finalmente se aplica la prueba T-student por género y por nivel socioeconómico de las Institución Educativa participantes.

#### 4. Característica de la muestra

La tabla 4 indica que hubo un total de 5191 participantes, de los cuales el 44,48% (2309) se identificaron del género masculino, el 55,48% (2880) se identificaron del género femenino y el 0,04% (2) se identificaron no binarios. La edad máxima de los participantes fue de 21 años y la mínima de 8 años, reportando una edad media de 13,93 años y una Desviación Estándar (std por sus siglas en inglés) de 2,15. Como se mencionó en el apartado de Metodología, los participantes fueron divididos entre cuatro categorías de acuerdo a su grado académico, el grupo Esquejes tuvo una edad media de 10,34 años; en el grupo Semillas la edad media fue de 12,21 años, los participantes del grupo de Retoños tuvieron una edad media de 14,19 años y para el grupo de Cafetos la edad media fue de 15,95 años. Se destaca la paridad en la participación entre los géneros masculino y femenino, destacable en 2 de las 4 categorías con diferencias aproximadas del 7% del total, para la categoría Cafetos se presenta una diferencia aproximada del 18% del total entre los géneros masculino y femenino siendo la diferencia más alta, teniendo en cuenta que son los participantes de mayor rango de edad.

Además, podemos observar en la distribución por nivel socioeconómico de la Institución Educativa entre públicas y privadas, teniendo participación del 65,15% (3382) de Instituciones públicas y 34,85% (1809) de Instituciones privadas, en la tabla 4 se registra la información para cada nivel, resaltando la participación de Instituciones Educativas públicas del 72,72% para la categoría Retoños y 77,60% para la categoría Cafetos. Para las categorías Esquejes y Semillas se registra una participación más equiparable entre Instituciones Públicas y Privadas, con mayor participación en estas categorías para las Instituciones Privadas con porcentajes de 62,7% y 51,18% respectivamente.

Tabla 4. Características de la muestra

Categoría	Cantidad	Edad							Género			Tipo Institución Educativa	
		Media edad	Desviación estándar	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo	Masculino	Femenino	No Binario	Pública	Privada
Grupo total	5191	13,93	2,15	8	12	14	15	21	2309	2880	2	3382	1809
Esquejes	590	10,34	0,99	8	10	10	11	15	274	316	0	220	370
Semillas	1100	12,21	1,10	10	11	12	13	18	591	509	0	537	563
Retoños	1724	14,19	1,04	12	13	14	15	19	967	756	1	1246	478
Cafetos	1777	15,95	1,06	10	15	16	17	21	1048	728	1	1379	398

Fuente: Elaboración propia

## 5. Análisis descriptivo por categorías

Para facilitar la lectura del documento, se recuerda el significado de las abreviaturas utilizadas: Descomposición (D), Reconocimiento de patrones (RP), Abstracción (A), Pensamiento Algorítmico (PA) y Evaluación (E).

Se analizó cada categoría por pilar y se utilizó el %PP para analizar los resultados.

Para la categoría Esquejes en la tabla 5, el pilar de RP fue el de menor media alcanzada y el pilar E tuvo mayor media, aunque el cuartil Q2 y el Q3 obtienen el mismo valor indicando que no cambia el puntaje obtenido para el 50% y el 75% de los participantes, sin embargo, dado que la prueba para este nivel contó con bajos porcentajes evaluados para los pilares D y E, considerándolos no suficientemente relevantes, por ello se concluye que en el pilar que se obtuvo mejor desempeño fue el de PA con una media de 0,58 (std= 0,24). Además, para el pilar D se observa que el cuartil Q1 tiene

como valor 0, siendo un muy bajo desempeño en ese pilar para esta categoría correspondiente al 25% de los participantes. Resalta el resultado para el cuartil Q3 para el pilar de PA (Q3 = 0,77) como uno de los más altos para todas las categorías.

**Tabla 5.** Descriptivos por pilar - Esquejes

Pilar	%PP	Media	std	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
A	28,6%	0,43	0,21	0	0,25	0,49	0,59	1
PA	48,6%	0,58	0,24	0	0,40	0,59	0,77	1
D	3,0%	0,46	0,34	0	0,00	0,56	0,56	1
E	5,2%	0,60	0,29	0	0,43	0,75	0,75	1
RP	14,7%	0,32	0,25	0	0,13	0,23	0,55	1

*Fuente: Elaboración propia*

**Abreviaciones:** Desviación estándar (std)

En el caso de la categoría de Semillas, se observa en la tabla 6 que los valores de las medias de los 5 pilares son muy similares entre sí, contando con mayor media el pilar A de 0,35 (std = 0,22). Se destaca el pilar E con cuartil Q1 de 0, indicando un bajo rendimiento para el 25% de los participantes y para el mismo pilar el cuartil Q3 con mayor valor (Q3 = 0,63) presentando una baja homogeneidad. Además, se nota una disminución de 0,10 puntos en promedio respecto a las medias de nivel Esquejes.

**Tabla 6.** Descriptivos por pilar - Semillas

Pilar	%PP	Media	std	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
A	24,4%	0,35	0,22	0	0,18	0,36	0,50	1
PA	35,6%	0,33	0,19	0	0,19	0,34	0,47	1
D	11,1%	0,31	0,23	0	0,20	0,30	0,50	1
E	8,9%	0,33	0,29	0	0,00	0,38	0,63	1
RP	20,0%	0,35	0,27	0	0,17	0,33	0,50	1

Analizando los resultados para la categoría de Retoños, se puede observar en la tabla 7 que los valores de las medias han aumentado entre 0,10 y 0,20 puntos respecto a las medias para la categoría anterior. El pilar con mayor media fue el D 0,55 (std = 0,32). El pilar con menor media es el PA 0,44 (std = 0,26). Cabe resaltar los resultados del cuartil Q3 para los pilares A, D y RP indicando que participantes de esta categoría alcanzaron los mejores resultados a diferencia de los resultados para las demás categorías, además, el cuartil Q3 del pilar RP se destaca como uno de los más altos.

**Tabla 7.** Descriptivos por pilar - Retoños.

Pilar	%PP	Media	std	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
A	12,4%	0,52	0,30	0	0,27	0,54	0,73	1
PA	45,8%	0,44	0,26	0	0,25	0,39	0,56	1
D	9,1%	0,55	0,32	0	0,37	0,61	0,76	1
E	12,4%	0,45	0,31	0	0,18	0,38	0,64	1
RP	20,2%	0,52	0,31	0	0,28	0,50	0,77	1

*Fuente: Elaboración propia*

Para la categoría de Cafetos, se reportan en la tabla 8 los resultados para los valores medios entre 0,47 y 0,55, siendo respectivamente los valores para los pilares de E (std = 0,26) y de A (std = 0,24). Se

destaca un amplio rango intercuartílico de 0,45 para el pilar RP con una mediana  $Q2 = 0,39$  más cercano al cuartil  $Q1$  y un alto valor para el cuartil  $Q3 = 0,85$  respecto a las demás categorías. Se infieren valores consistentes y poco disimiles para los pilares A y D, indicando resultados homogéneos.

**Tabla 8.** Descriptivos por pilar - Cafetos.

Pilar	%PP	Media	std	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
A	19,3%	0,55	0,24	0	0,41	0,48	0,65	1
PA	39,9%	0,51	0,23	0	0,33	0,48	0,65	1
D	16,6%	0,51	0,25	0	0,36	0,48	0,66	1
E	13,2%	0,47	0,26	0	0,23	0,45	0,62	1
RP	11,0%	0,52	0,33	0	0,24	0,39	0,85	1

*Fuente: Elaboración propia*

Además, en la representación en diagramas de cajas y bigotes para cada categoría y cada uno de los pilares en la Figura 2 se identifican valores atípicos: En la categoría de Cafetos el pilar de A (en la figura: A-C) se registra como valor atípico el nivel mínimo de resultados. Para la categoría de Semillas se observan valores atípicos para los pilares A, PA, D y RP como valores máximos obtenidos por los participantes.

**Figura 2.** Diagrama de cajas para resultados de cada pilar respecto al total para cada categoría.

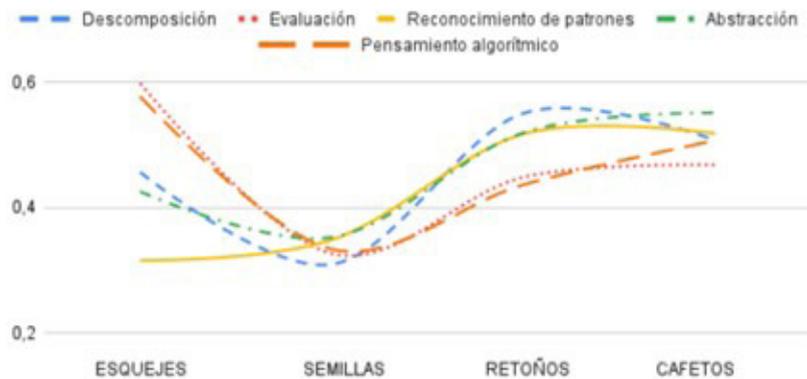


Fuente: Elaboración propia

Abreviaciones: Esquejes (E), Semillas (S), Retoños (R), Cafetos (C)  
 Notación: Abreviación pilar - Abreviación Categoría, ejemplo: Abstracción - Esquejes (A-E)

La Figura 3 muestra las gráficas de los valores medios para cada uno de los pilares obtenidos por cada categoría, se registra una reducción en los resultados para Semillas respecto a Esquejes en todos los pilares, excepto el pilar RP, que aumentan nuevamente para los niveles de Retoños y Cafetos. Además, se observa una curva creciente para el pilar RP desde el nivel de Esquejes, que se nota disminuida levemente para Cafetos. La gráfica permite inferir una proyección del progreso cognitivo en cada pilar a través del proceso escolar.

**Figura 3.** Comparativa por pilar por categorías.



Fuente: Elaboración propia

## 6. Análisis de correlación y test t-student por categorías

Se presentan las correlaciones de Spearman para cada categoría analizando los pilares de a pares. En la tabla 9 se muestra el análisis de correlación para cada categoría mediante los valores p (p-valor) se puede concluir que todas las correlaciones son positivas y sólo dos de ellas son fuertes y una significativa.

**Esquejes:** Se observa que las correlaciones más débiles son entre los pilares E y RP (p-valor = 0,32) y entre D y RP (p-valor = 0,33). La correlación entre los pilares E y D es significativa (p-valor = 0,82), sin embargo, teniendo presente los bajos valores de porcentajes evaluados para ambos pilares se puede considerar no concluyente, dado el caso, la siguiente correlación en el rango de moderada sería entre los pilares A y PA (p-valor = 0,63). **Semillas:** Se presenta una correlación moderada, como la mayor, para los pilares PA y A (p-valor = 0,63) y una muy débil entre los pilares D y RP (p-valor = 0,16). **Retoños:** Se tiene una correlación fuerte entre los pilares D y A (p-valor = 0,91) y la menor en el rango de moderada entre los pilares D y PA (p-valor = 0,51). **Cafetos:** Se identifica la correlación menor como débil entre los pilares A y RP (p-valor = 0,3) y la mayor como fuerte entre D y A (p-valor = 0,86).

**Tabla 9.** Correlación por pares de pilares, para todas las categorías

	Esquejes					Semillas				
Pilar	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
1. A	-					-				
2. PA	0,63	-				0,63	-			
3. D	0,50	0,51	-			0,57	0,39	-		
4. E	0,61	0,62	0,82	-		0,39	0,38	0,34	-	
5. RP	0,36	0,36	0,33	0,32	-	0,26	0,32	0,16	0,36	-
	Retoños					Cafetos				
Pilar	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
1. A	-					-				
2. PA	0,53	-				0,42	-			
3. D	0,91	0,51	-			0,86	0,44	-		
4. E	0,61	0,61	0,62	-		0,56	0,49	0,54	-	
5. RP	0,66	0,60	0,55	0,72	-	0,37	0,37	0,41	0,47	-

Fuente: Elaboración propia

Mediante la prueba T-student, se comparan las medias de los resultados por pilar respecto a la característica de género, tabla 10, eligiendo los géneros de masculino y femenino, ya que agrupan la mayor cantidad de participantes (99,96%), de los resultados se identifica que:

- En el pilar A no se observan diferencias significativas en ninguna de las categorías entre los géneros.
- Se observa para la categoría Semillas en el pilar A diferencias inexistentes entre los géneros (p-valor = 0,86), a favor del género femenino.
- Se presenta una correlación débil para la categoría Cafetos en el pilar RP entre los géneros (p-valor = 0,05), a favor del género masculino.
- Se obtienen diferencias significativas (p-valor<0,05), a favor del género masculino, para la categoría Semillas en los pilares D (p-valor =0,02) y E (p-valor =0,00), para la categoría Retoños en el pilar E (p-valor = 0,02) y en la categoría Cafetos en los pilares RP (p-valor = 0,05) y E (p-valor <0,00), siendo este último el de mayor diferencia.

**Tabla 10.** Test T-student por género

Pilar	Esquejes		Semilla		Retoños		Cafetos	
	t	p-valor	t	p-valor	t	p-valor	t	p-valor
A	0,79	0,43	-0,17	0,86	0,56	0,58	0,22	0,83
PA	0,25	0,80	0,43	0,67	1,52	0,13	1,77	0,08
D	1,46	0,14	2,29	0,02	0,79	0,43	0,33	0,74
E	0,90	0,37	3,12	0,00*	2,55	0,01*	3,96	0,00*
RP	0,54	0,59	0,78	0,43	1,26	0,21	2,00	0,05

\*p-valor < 0,05

Fuente: Elaboración propia

También se realiza la prueba de T-student para confrontar las medias de los resultados debido al tipo de Institución Educativa y se obtiene en la tabla 11 que existen diferencias significativas de medias de

la mayoría de los pilares para Esquejes y Semillas a favor de las Instituciones privadas y Cafetos a favor de las Instituciones públicas, sin embargo, para Retoños se presentan diferencias inexistentes a favor de las Instituciones públicas. Además, se presentan las siguientes deducciones:

- Para Esquejes las diferencias para todos los pilares son muy significativas (p-valor < 0,00).
- Para Semillas, A es el único pilar donde no se presentan diferencias significativas (p-valor = 0,77).
- En Retoños se presentan diferencias inexistentes para cada uno de los pilares entre los participantes de ambos tipos de Instituciones Educativas.
- Para Cafetos se obtienen diferencias significativas (p-valor < 0,05) para todos los pilares, entre los dos tipos de instituciones con valores entre 0,00 y 0,04

**Tabla 11.** Test T-student por tipo de Institución Educativa

Pilar	Esquejes		Semilla		Retoños		Cafetos	
	t	p-valor	t	p-valor	t	p-valor	t	p-valor
A	-3,79	0,00*	-1,77	0,77	0,06	0,95	2,04	0,04*
PA	-4,43	0,00*	-2,61	0,01*	0,03	0,97	2,92	0,00*
D	-4,25	0,00*	-1,94	0,05	0,08	0,94	2,56	0,01*
E	-4,85	0,00*	-2,69	0,01*	0,84	0,40	3,16	0,00*
RP	-3,84	0,00*	-2,01	0,04*	0,20	0,84	2,02	0,04*

\*p-valor < 0,05

Fuente: Elaboración propia

## 7. Conclusión

Teniendo en cuenta que el PC es la habilidad que permite identificar y comprender las características más importantes de un problema y tomar en cuenta todos los pasos necesarios para encontrar una solución apropiada, durante el desarrollo de esta investigación se

obtuvieron hallazgos que posibilitaron extraer varias conclusiones significativas.

Según lo expuesto anteriormente, en las instituciones educativas se requiere de un enfoque educativo que incluya estrategias didácticas por parte de los docentes para fomentar el pensamiento crítico y reflexivo entre los estudiantes. Este enfoque debe evitar que el aprendizaje sea fragmentado o independiente, y en su lugar, promover la construcción colaborativa y transdisciplinaria de conocimientos que puedan aplicarse de manera compleja en la resolución de problemas relevantes en un contexto específico. Este concepto es válido tanto en el ámbito de las ciencias como en el de la tecnología, y en lo que estas disciplinas conllevan en la vida diaria de los estudiantes como miembros de la comunidad. Es relevante destacar que, en la actualidad, son escasas las instituciones educativas que priorizan la enseñanza del PC entre sus alumnos. En consecuencia, resulta imperativo la creación de entornos dedicados a la aplicación y el fomento de esta competencia. La demanda de esta formación se torna apremiante en los sistemas educativos contemporáneos, dado que se precisa una renovada perspectiva de instrucción que capacite a individuos para lograr metas tanto de carácter específico como amplio en este ámbito.

Bajo esta perspectiva, se introdujo por primera vez en Colombia el Desafío Bebras, el cual se estructuró en distintas etapas con actividades organizadas y agrupadas de forma progresiva. Esto se hizo con el objetivo de que los estudiantes pudieran adoptarlo de manera gradual y coherente con los conocimientos que van adquiriendo en su proceso de formación. Así se evidenció que la resolución de problemas no se trata de actividades aisladas, sino de actividades interconectadas que permiten al estudiante comprender el contenido y desarrollar múltiples habilidades.

Dados los resultados, se concluye que se registra una consistencia en aumento para el desempeño en cada pilar de las categorías de Semillas, Retoños y Cafetos, a excepción del pilar de RP, que reporta un aumento en los resultados de manera constante para todas las categorías y el mejor desempeño para el cuartil Q3 en Cafetos. Esto indica una desconexión de las metodologías de aprendizaje desde la categoría de Esquejes que permitan cimentar los conocimientos

progresivamente en cada pilar desde este nivel académico. Además, los mejores desempeños dado el cuartil Q3 se obtuvieron para Esquejes en PA, Semillas en E, Retoños en A, D y RP, y Cafetos en RP; y el cuartil Q1 los menores para Esquejes en D, para Semillas y Retoños en E, y Cafetos en E y RP, respecto a los pilares más difíciles por sus resultados obtenidos en Esquejes: RP, Semillas: D, Retoños: PA, Cafetos: E, se recomienda crear estrategias de fortalecimiento en los pilares más difíciles y así mejorar el desempeño en el cuartil Q1 para las categorías. Todos los pilares para todas las categorías registran buen relacionamiento indicando el entrelazamiento de estos en el marco del PC, los más débiles son: D y RP para Esquejes y Semillas, E y RP para Esquejes, D y PA para Retoños y A y RP para Cafetos, en este sentido es importante identificar como se puede fortalecer para cada categoría el relacionamiento entre estos pares de pilares por medio de ejercicio correlacionados.

Aunque en los resultados se reportan diferencias significativas a favor género del masculino para las categorías de Semillas, Retoños y Cafetos en varios pilares, también se registran para todos los pilares y categorías que los resultados se encuentran a favor de este género, excepto para la categoría de Semillas en el pilar A, debido a lo anterior es importante fortalecer los procesos de formación dedicados al género femenino, destacando la participación paritaria entre los géneros femenino y masculino en el desafío Bebras. Además, respecto a los resultados por nivel socioeconómico de las Instituciones Educativas solo en la categoría de Retoños se indican diferencias inexistentes en los resultados para todos los pilares, por ello es relevante poder revisar comparativamente los planes de estudio competentes al área de PC por grados académicos identificando y aprovechando las fortalezas de cada tipo de Institución Educativa para mejorar las bases en este conocimiento.

## 8. Referencias

- Ala-Mutka, K. (2004) 'Problems in Learning and Teaching Programming', *Codewitz Needs Analysis*, pp. 1-13.
- Alvarado, T. (2000) 'La evolución del pensamiento de Hilary Putnam', *Revista del Instituto de Filosofía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, pp. 197-227.
- Barr, V. (2011) 'Bringing Computational Thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community?', *ACM Inroads*, 2(1), pp. 111-122. doi: 10.1145/1929887.1929905.
- Bavera, F., Daniele, M., Quintero, T. and Buffarini, F. (2019) 'Habilidades de Pensamiento Computacional en docentes de primaria: evaluación usando Bebras', *XXV Congreso Argentino de Ciencias de La Computación*, December, pp. 1131-1138.
- Brennan, K. and Resnick, M. (2012) 'Nuevas propuestas para estudiar y evaluar el desarrollo del pensamiento computacional', *Eduteka*, 1 de septiembre. Available at: <http://www.eduteka.org/modulos/9/284/2120/1>
- Bordignon, F. and Iglesias, A. (2018) *Introducción al Pensamiento Computacional, Innovación y Práctica Para El Aprendizaje*. Available at: <https://unipe.educar.gov.ar/unipe>.
- Colombia, M. de E. (2016) 'Programar, una herramienta para fortalecer la educación'. Available at: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/15162:Programar-una-herramienta-para-fortalecer-la-educacion> (Accessed: 24 June 2024).
- Desarrollo del Pensamiento Computacional Mediante Scratch (2018).
- Lahtinen, E. (2005) 'A study of the difficulties of novice programmers', *Proceedings of the 10th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*.
- Milne, I. (2002) 'Difficulties in Learning and Teaching Programming - Views of Students and Tutors', *Education and Information Technologies*, pp. 55-66.
- MINTIC (2021) 'Nueva oportunidad para aprender pensamiento computacional: Karen Abudinen, ministra TIC, lanzó segunda convocatoria para docentes'. Available at: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/176629:Nueva-oportunidad-para-aprender-pensamiento-computacional-Karen-Abudinen-ministra-TIC-lanzo-segunda-convocatoria-para-docentes> (Accessed: 24 June 2024).
- Mow, C. (2008) 'Issues and Difficulties in Teaching Novice Computer Programming', *Innovative Techniques in Instruction Technology, E-learning, E-assessment, and Education*, pp. 99-204.
- Román-González, M. (2016) *Código alfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas [Code-literacy and Computational Thinking in Primary and Secondary Education...]*. Available at: <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Mroman>
- Simari, G. (2013) 'Los fundamentos computacionales como parte de las ciencias básicas en las terminales de la disciplina informática', *VIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Available at: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27579>
- Wing, J. (2006) 'Computational Thinking', *Communications of the ACM*, 49(3), pp. 33-35. Available at: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>