

**ESTRATEGIA GAMIFICADA PARA AUMENTAR LA MOTIVACIÓN  
ESTUDIANTIL AL DESARROLLAR EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN  
EDUCACIÓN MEDIA**

**ANDRÉS FELIPE RODRÍGUEZ GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE  
MEDELLÍN  
2023**

ESTRATEGIA GAMIFICADA PARA AUMENTAR LA MOTIVACIÓN  
ESTUDIANTIL AL DESARROLLAR EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN  
EDUCACIÓN MEDIA

ANDRÉS FELIPE RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

Trabajo de grado para optar al título de  
Magister en Ingeniería de Software

Director

María Clara Gómez Álvarez, Ph.D.

Co director

Bell Manrique Losada, Ph.D.

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE  
MEDELLÍN  
2023

*Dedicado a mis padres, que toda la vida han sido mi apoyo incondicional para cumplir mis metas, inculcando siempre los valores que me convirtieron en lo que soy. También, por inculcarme el valor de la educación y la labor de la enseñanza.*

*A mi hermana, que cumplió un papel fundamental en esta investigación y a mi novia, que fue un soporte y acompañamiento fundamental en todo este proceso.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco especialmente a mis directores de investigación que aportaron con gran esfuerzo y dedicación todo su conocimiento para poder llevar a cabo este trabajo. Además, por todas las enseñanzas otorgadas durante todo este proceso, que incentivaron mi motivación para aprender más acerca de la labor educativa.

De igual forma, agradezco a la Universidad de Medellín por brindar su infraestructura y recurso humano de calidad para facilitarnos el proceso; asimismo, quiero agradecer a la Institución Educativa San Juan Bautista de la Salle, del barrio Manrique en Medellín, por abrirme sus puertas y poder trabajar allí en la investigación.

A mis compañeros que, con su conocimiento y compañía, enriquecieron este camino investigativo y lo hicieron más ameno, porque siempre teníamos el mismo objetivo en común.

# Contenido

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.3. HIPÓTESIS.....	19
1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
1.6. ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	23
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO .....	26
2.1. CIENCIA COMPUTACIONAL.....	26
2.2. PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.....	26
2.3. ABSTRACCION.....	27
2.4. DESCOMPOSICION.....	27
2.5. RECONOCIMIENTO DE PATRONES.....	28
2.6. PENSAMIENTO ALGORITMICO.....	28
2.7. CODIFICACIÓN.....	28
2.8. SOFTWARE.....	29
2.9. GAMIFICACIÓN.....	29
2.10. ENTORNO GAMIFICADO .....	31
2.11. FRAMEWORKS PARA ENTORNOS GAMIFICADOS.....	31
MDA Framework.....	31
MDC Framework.....	33
Octalysis Framework .....	34
2.12. SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE.....	35
2.13. MOTIVACIÓN.....	35
2.14. MOTIVACIÓN INTRÍNSECA.....	36
2.15. MOTIVACIÓN EXTRÍNSECA .....	36
2.16. BEBRAS .....	37
CAPÍTULO 3 ANTECEDENTES.....	38

3.1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	38
Selección de fuentes.....	39
Selección de estudios.....	40
Análisis de resultados.....	45
<b>CAPÍTULO 4 CARACTERIZACIÓN.....</b>	<b>54</b>
4.1. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE ESTRATEGIAS GAMIFICADAS	54
4.2. ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO.....	56
4.3. METODOLOGÍA.....	56
Preparar la encuesta.....	56
Distribuir la encuesta.....	57
Documentar los resultados.....	57
4.4. RESULTADOS.....	58
Contexto.....	59
Temática (Contenido).....	60
Didáctico (Instrumentos).....	61
Tiempo invertido.....	62
Recursos.....	63
Plataformas tecnológicas.....	65
<b>CAPÍTULO 5 DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>66</b>
5.1. FUNDAMENTOS DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA.....	66
5.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROPUESTA.....	70
5.3. COMPONENTES DE LA ESTRATEGIA.....	70
5.3.1. DIAGNÓSTICO.....	70
5.3.2. CURRICULAR.....	71
5.3.3. DIDÁCTICO.....	72
Gamificado.....	76
Operativo.....	79
5.3.4. EVALUACIÓN.....	84
<b>CAPÍTULO 6 VALIDACIÓN.....</b>	<b>86</b>

6.1. CASO DE ESTUDIO .....	86
6.2. MEDICIÓN DE LA MOTIVACIÓN .....	89
BASE TEÓRICA .....	89
INSTRUMENTOS ADAPTADOS PARA LA MEDICIÓN DE LA MOTIVACIÓN .....	91
6.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS / HALLAZGOS .....	93
6.4. Encuesta de medición de motivación.....	93
Motivación extrínseca .....	95
Motivación intrínseca .....	97
Motivación intrínseca y extrínseca .....	98
Entorno web.....	100
6.5. Desempeño.....	101
Intentos por reto o ejemplo .....	101
Finalización de actividades / curso .....	104
Gamificación .....	106
CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	108
7.1. CONCLUSIONES .....	108
7.2. TRABAJO FUTURO .....	112
Referencias Bibliográficas .....	114

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Resultados iniciales de la búsqueda .....	40
<b>Tabla 2.</b> Criterios de inclusión y exclusión .....	40
<b>Tabla 3.</b> Resultados de la búsqueda después de aplicar los criterios .....	41
<b>Tabla 4.</b> Evaluación de calidad de los artículos obtenidos .....	42
<b>Tabla 5.</b> Artículos primarios de la RSL .....	43
<b>Tabla 6.</b> Criterios extraídos de los artículos primarios de la RSL .....	55
<b>Tabla 7.</b> Elementos de gamificación por artículo .....	69
<b>Tabla 8.</b> Objetivos de aprendizaje .....	72
<b>Tabla 9.</b> Tabulación de retos filtrados, por nivel de dificultad y edad .....	74
<b>Tabla 10.</b> Retos seleccionados para su uso en la estrategia. Tomado de [64].....	76
<b>Tabla 11.</b> Valoración de características de instrumentos de medición de motivación .....	91
<b>Tabla 12.</b> Resultados de la encuesta de medición de motivación .....	94
<b>Tabla 13.</b> Media y Desviación estándar de preguntas sobre motivación extrínseca .....	96
<b>Tabla 14.</b> Media y Desviación estándar de preguntas sobre motivación intrínseca .....	97
<b>Tabla 15.</b> Media y Desviación estándar de preguntas sobre ambos tipos de motivación .....	99
<b>Tabla 16.</b> Media y Desviación estándar de preguntas sobre uso de la plataforma web .....	100
<b>Tabla 17.</b> Intentos por reto/ejemplo por cada estudiante del grupo experimental.....	102
<b>Tabla 18.</b> Estado de finalización de todo el contenido disponible en el curso .....	105

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> <i>Proceso de investigación para alcanzar los objetivos.....</i>	21
<b>Figura 2.</b> <i>Estructura de la tesis. ....</i>	23
<b>Figura 3.</b> <i>Ciclo de vida del software.....</i>	29
<b>Figura 4.</b> <i>Unidades del marco de trabajo Octalysis. Adaptado de [54].....</i>	35
<b>Figura 5.</b> <i>Diagrama de proceso de elaboración de encuesta de diagnóstico. ....</i>	58
<b>Figura 6.</b> <i>Distribución de curso que dictan los encuestados.....</i>	59
<b>Figura 7.</b> <i>Distribución geográfica de las instituciones encuestadas.....</i>	59
<b>Figura 8.</b> <i>Concepto de Pensamiento Computacional trabajado.....</i>	60
<b>Figura 9.</b> <i>Instrumentos de enseñanza utilizados.....</i>	61
<b>Figura 10.</b> <i>Duración del curso, proyecto o actividad.....</i>	62
<b>Figura 11.</b> <i>Intensidad horaria.....</i>	63
<b>Figura 12.</b> <i>Uso de herramientas tecnológicas.....</i>	64
<b>Figura 13.</b> <i>Recursos o tecnologías de apoyo.....</i>	64
<b>Figura 14.</b> <i>Plataformas tecnológicas de apoyo.....</i>	65
<b>Figura 15.</b> <i>Componentes de la estrategia propuesta.....</i>	70
<b>Figura 16.</b> <i>Ejemplo de reto de Bebras. Adaptado de [64].....</i>	75
<b>Figura 17.</b> <i>Vista general de acceso a la herramienta.....</i>	80
<b>Figura 18.</b> <i>Categorías de pensamiento computacional en la plataforma.....</i>	81
<b>Figura 19.</b> <i>Ejemplo de contenido de una categoría en la plataforma.....</i>	81
<b>Figura 20.</b> <i>Tablero de seguimiento de gamificación por estudiante.....</i>	82
<b>Figura 21.</b> <i>Mensaje por paso de nivel.....</i>	83
<b>Figura 22.</b> <i>Insignias de referencia de la plataforma.....</i>	83
<b>Figura 23.</b> <i>Detalle de los intentos realizados por estudiante.....</i>	103
<b>Figura 24.</b> <i>Clasificación por puntos de los estudiantes del grupo de control.....</i>	106

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<i>ANEXO 1 Encuesta de diagnóstico del contexto local acerca de estrategias de enseñanza y aprendizaje de pensamiento computacional.....</i>	<i>127</i>
<i>ANEXO 2 Retos de Bebras seleccionados.....</i>	<i>131</i>
<i>ANEXO 3 Instrumento de medición de motivación.....</i>	<i>140</i>

## LISTA DE ACRÓNIMOS

- **P.C:** Pensamiento Computacional
- **BABOK:** Business Analysis Body of Knowledge
- **SIMS:** Situational Motivation Scale
- **SOS:** Student Opinion Scale
- **CES:** Computer Emotion Scale
- **IMI:** Intrinsic Motivation Inventory
- **IMMS:** Instructional Materials Motivation Survey
- **MDA:** Mechanics, Dynamics and Aesthetics
- **MDC:** Mechanics, Dynamics and Components
- **LMS:** Learning Management System
- **RSL:** Revisión Sistemática de Literatura
- **GNU:** General Public License

## RESUMEN

El pensamiento computacional es la habilidad que puede desarrollar un ser humano para analizar, comprender y resolver problemas bajo el mismo modelo implementado por un computador, el cual utilizará como herramienta para plasmar sus ideas de solución. Se puede considerar como el nivel cero de conocimiento en el área de las Ciencias de la Computación, ya que es la base de todas las áreas de ésta, incluyendo conceptos como la abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones y pensamiento algorítmico, ampliamente utilizados en áreas como la programación. A pesar de su importancia, hoy en día existen limitantes y barreras que se generan en un aula de clase en educación secundaria para el normal desarrollo y aprendizaje de los estudiantes alrededor de este concepto, lo que lleva a frustraciones, resistencia a adquirir este conocimiento, desinterés y, en general, desmotivación por no lograr los objetivos ni percibir un sentimiento de progreso.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es proponer una estrategia gamificada que permita aumentar la motivación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje y desarrollo de pensamiento computacional, la cual incluye una herramienta web que permitirá mantener una trazabilidad de progreso y desempeño de los estudiantes. También se incluye un instrumento de medición de motivación en entornos específicos de aprendizaje.

Con la solución propuesta, se verán beneficiados los docentes y estudiantes que participan en el entorno académico del aula de clase. Por un lado, los profesores contarán con una herramienta tecnológica, dinámica y simple de usar que permitirá hacer un seguimiento detallado al proceso de aprendizaje de los estudiantes, que permitirá tomar acciones para cada uno de ellos, según sus necesidades. Por otro lado, los estudiantes tendrán una herramienta adicional que, gracias a su componente gamificado, permitirá mantener su atención, motivación y compromiso con las actividades desarrolladas en clase.

**Palabras clave:** Pensamiento Computacional, Gamificación, Estrategias de enseñanza-aprendizaje, Moodle, Motivación

# **CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN**

En el siguiente capítulo se describen las generalidades de la investigación a realizar, basados en una contextualización del tema tratado junto al problema a abordar. Adicionalmente, se plantea la estructura general del documento.

## **1.1. JUSTIFICACIÓN**

Los índices de desempleo en Colombia son altos. Para diciembre de 2021, el 11% de colombianos estaba desempleado [1], lo cual se puede explicar por cuestiones históricas, sociales, políticas, económicas y culturales. Por lo anterior, es importante valorar la importancia de la tecnología como mecanismo de empleabilidad y progreso de las personas. Es de público conocimiento que los cargos tecnológicos son los que mayor demanda tienen hoy en día. Sin embargo, no es el área que más profesionales genera. Se puede confirmar que, por ejemplo, para el año 2018, el 25% de los graduados en pregrado en Colombia pertenecía a áreas de administración, mientras que solo el 5% eran Ingenieros de Sistemas [2]. Debido a lo anterior, se debe reconocer como un área de oportunidad el hecho de alentar a más personas a formarse integralmente en áreas tecnológicas. El problema asociado a la falta de estudiantes en áreas tecnológicas surgió con el auge tecnológico en sí. La tecnología creció mucho más que la cantidad de personas interesadas en estudiarla.

Aunque en otros países como Estados Unidos la brecha se ha ido acortando, en Colombia no ha sido posible hacerlo. Cada año se requieren más profesionales en tecnología de los que se gradúan en las universidades [3] [4]. Bajo el enfoque de esta investigación relacionado con motivar el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes, se puede determinar que esta habilidad se convierte en una competencia primordial en la era tecnológica. Como resultado, los estudiantes que logren desarrollarla podrán comprender problemas y subproblemas

que puedan ser computables, ayudando a determinar herramientas y métodos correctos para resolverlos [5]. Adicionalmente, esta capacidad permitirá mejorar la creatividad y la innovación, dado que siempre habrá diferentes maneras de resolver un mismo reto. Sin embargo, es importante aclarar que no es una característica exclusiva de personas relacionadas con el área tecnológica. Esta competencia es útil para cualquier profesión que utilice herramientas o soluciones tecnológicas en su cotidianidad, lo cual les permite abordar problemas en su campo de acción de forma más eficiente.

Teniendo en cuenta la población objetivo, definida por estudiantes de educación media, se puede acercarse con mayor facilidad al objetivo final que es promover efectivamente el desarrollo del pensamiento computacional mediante la motivación en el proceso de aprendizaje. Se pretende, a partir del uso de una estrategia de gamificación en cursos relacionados con el área de tecnología, mejorar el nivel de desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes de educación media. La gamificación ha aumentado su reconocimiento por su buena acogida por parte de los estudiantes, dada su similitud con los juegos, y por los resultados positivos que se han logrado en el ámbito educativo [6]. Teniendo en cuenta las edades de los estudiantes de educación media, con los que se espera trabajar, existe el riesgo de encontrarse con falta de atención o desinterés en el aprendizaje. Sin embargo, la gamificación ofrece como valor agregado que permite generarles a los estudiantes mayor compromiso e interés en la realización de sus actividades.

Por ejemplo, en España [7] se implementó una estrategia gamificada basada en robótica, donde se trabajaba con estudiantes con problemas de apatía y desmotivación, buscando aumentar su compromiso con la responsabilidad de aprendizaje en pensamiento computacional. Los resultados demostraron que su interés sobre las actividades aumentó y las realizaron con éxito. Como complemento, se utilizaron herramientas didácticas en línea para transmitir mayor conocimiento acerca de las habilidades de programación, obteniendo como

resultado un alto entendimiento de los conceptos relacionados. Actualmente se ejecutan estrategias orientadas a fortalecer el pensamiento computacional de los estudiantes, bajo un grado de dificultad acorde a su edad o curso, sin embargo, se debe tener en cuenta que cada país cuenta con temáticas diferentes, aunque existan similitudes entre ellas, mediadas por diseños curriculares particulares. Por ejemplo, en países como Lituania, Corea y Japón ya está estandarizada la enseñanza de pensamiento computacional en educación primaria y secundaria [8], mientras que, en países como Colombia, solo se plantea como una sugerencia para el desarrollo cognitivo [9]. Lo anterior implica que el nivel de profundización, y las estrategias como tal, cambien según el contexto de aplicación.

Por otro lado, países como Estados Unidos y Austria, utilizan videojuegos y aplicaciones móviles para interactuar con los estudiantes y atraerlos al área [10] [11] [12]. Es una buena alternativa hoy en día, dada la masificación del uso de dispositivos móviles y computadores. También, recientemente se utiliza la robótica, que es un mecanismo que permite una interacción más directa con los estudiantes, mayor trabajo en equipo y propuestas atractivas para los estudiantes. Con base en lo anterior, es conveniente implementar estrategias basadas en gamificación para aplicar en la enseñanza de áreas relacionadas con la tecnología, que permitan a los estudiantes aumentar la motivación para desarrollar su pensamiento computacional. Esto puede permitir un aumento de estudiantes interesados en ingresar en carreras tecnológicas y, por consiguiente, tener mayor cantidad de profesionales en áreas afines en el mediano plazo. Gracias a esto, los estudiantes pueden contar con un proyecto de vida estable en el área que hoy en día está moviendo el mundo. También, las empresas podrán crecer con la implementación de mecanismos tecnológicos y ser más competitivas. Además, es importante tener en cuenta que la estrategia no solo busca beneficiar al estudiante en su proceso de formación y a las demandas del mercado, sino también a los profesores, que cumplen un papel fundamental en el aula de clases. Al ser los responsables de transmitir el conocimiento efectivo mediante prácticas novedosas, acogedoras e interesantes,

se debe garantizar que su propio conocimiento esté compaginado con las necesidades temáticas que el pensamiento computacional implica. Por lo anterior, la estrategia impactará positivamente a los estudiantes, desde su aprendizaje, y a los profesores, desde su ejercicio de enseñanza, ya que contarán con una herramienta útil que les facilitará su labor y les permitirá manejar adecuadamente los conceptos asociados al pensamiento computacional.

## **1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El Currículo de Ciencias de la Computación 2020 (CC2020) define los lineamientos a seguir en los programas de educación asociados a la computación, desde sus fundamentos hasta las tendencias actuales [13]. Dentro de las temáticas planteadas se encuentran los fundamentos de software, término que se refiere al conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un sistema de computación [14].

A partir de esto, los algoritmos y estructuras de datos se identifican como la base para la consecución efectiva de software bajo procesos bien estructurados. Los algoritmos son un conjunto de reglas para efectuar algún cálculo, bien sea a mano o, más frecuentemente, en una máquina [15]. En el campo de las ciencias de la computación, el término se asocia específicamente a la secuencia de tareas realizadas por un computador, para solucionar un problema. Como consecuencia del desarrollo digital en la era moderna, es importante mantener una innovación y renovación constante de procesos que, en su momento, no contaban con apoyo tecnológico para su realización, generando retrasos en tiempos y alta incidencia humana.

Para mantener estable la demanda de renovación tecnológica en el mundo, se hace necesario contar cada día con mayor capital humano interesado en el área [16]. Desafortunadamente, la demanda parece estar superando la oferta. Solamente en

Colombia, para el 2017 se reportaron más de 7000 vacantes en áreas tecnológicas que no fueron ocupadas debido a la falta de recurso humano [17]. La tendencia parece ir aumentando, ya que se proyecta que para el año 2025 el déficit de sólo programadores en el mercado colombiano llegue hasta más de 110.000 [18]. Como consecuencia, es probable que, si se sostiene la tendencia, varios sectores económicos pueden entrar en crisis debido al rezago tecnológico respecto a la realidad global [19].

Para mitigar levemente este problema, el gobierno colombiano propone capacitar gratuitamente en programación a 50.000 personas, mayores de 15 años, que estén interesadas en el área [20]. Sin embargo, este número no será suficiente para cubrir las necesidades del país en el corto plazo. A partir de lo anterior, y buscando sostener el ciclo de formación completo y acorde a los estándares internacionales que definen las Ciencias de la Computación, es importante conocer las causas por las cuales el número de estudiantes que se gradúan en el área no satisface las demandas reales [21].

Diferentes investigadores justifican el problema en la falta de motivación y frustración de los estudiantes dada la complejidad en el aprendizaje [22]. También, se menciona el alto nivel de deserción en estudiantes nuevos de Ciencias de la Computación [23], la falta de claridad de los estudiantes al momento de comprender, de manera global, en qué consisten las Ciencias de la Computación y cuál será su rol como profesional [3], lo cual genera expectativas erróneas y no realistas [24]. Debido a lo anterior, es importante conocer el enfoque de los currículos académicos en las materias tecnológicas de la educación media, y la forma como se abordan los principios de las Ciencias de la Computación [4], [25], siendo un factor clave para orientar los proyectos de vida de los estudiantes, de forma que se animen e interesen realmente en continuar con el camino de las Ciencias de la Computación. Sin embargo, las Ciencias de la Computación es una disciplina que abarca un conocimiento muy extenso. Por esto, se debe introducir a los estudiantes

paulatinamente mediante temáticas con dificultad incremental, a medida que se fortalecen las bases.

El punto de partida para orientar a los estudiantes en el área es el pensamiento computacional (PC) [26]. Esta habilidad, definida por la capacidad para resolver problemas mediante soluciones computacionales, ha tenido relevancia recientemente, debido a los esfuerzos gubernamentales de países como Estonia, Israel, Finlandia y Reino Unido para incluirlos en el currículo académico de los colegios [27]. Lo anterior implica retos de enseñanza que permitan un aprendizaje adecuado de las temáticas. No obstante, existen problemas pedagógicos que dificultan ese proceso, debido a malas prácticas de enseñanza, desconocimiento por parte del profesor de la temática y falta de herramientas didácticas para motivar el interés de los estudiantes [28]. Por lo anterior, se utilizan herramientas como la gamificación, que consiste en tomar las propiedades motivacionales de los juegos y superponerlas a otras actividades de aprendizaje, integrando el deseo humano de comunicarse y compartir logros con el establecimiento de objetivos para dirigir la atención de los alumnos y motivarlos a la acción [29].

### **1.3. HIPÓTESIS**

El uso de gamificación en los cursos relacionados con el área de tecnología permite aumentar el nivel de desarrollo del pensamiento computacional y la motivación de los estudiantes de educación media.

### **1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿De qué manera se promueve el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes en la educación media?

## 1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo general es proponer una estrategia gamificada, para aumentar los niveles de motivación de los estudiantes de educación media en el proceso de desarrollo del pensamiento computacional.

Para cumplir a cabalidad este objetivo, se proponen los siguientes objetivos específicos:

1. Revisar mediante un mapeo sistemático de literatura, las características de las estrategias gamificadas aplicadas en instituciones educativas para motivar a los estudiantes en el proceso de desarrollo del pensamiento computacional.
2. Comparar las estrategias gamificadas utilizadas en instituciones educativas para motivar a los estudiantes en el proceso de desarrollo del pensamiento computacional.
3. Diseñar una estrategia gamificada que sirva como herramienta para motivar a los estudiantes de educación media en el proceso de desarrollo del pensamiento computacional.
4. Verificar la efectividad de la estrategia diseñada para aumentar la motivación de los estudiantes de una institución educativa de Medellín en el desarrollo de su pensamiento computacional.

Para dar claridad con respecto al proceso de investigación a seguir para alcanzar estos objetivos, en la Figura 1 se ilustra el proceso de investigación, mostrando las diferentes fases adelantadas y el principal resultado de cada una, y aclarando que P.C es la abreviación de Pensamiento Computacional.



**Figura 1.** Proceso de investigación para alcanzar los objetivos

A continuación, se describen brevemente las fases a realizar con el principal resultado de cada una:

**Fase 1 - Exploración:** La fase inicial de la investigación consiste en realizar una búsqueda preliminar de información que permita conocer, de manera concisa, cuáles son las estrategias que se aplican alrededor del mundo para motivar a los estudiantes en su proceso de desarrollo de Pensamiento Computacional. En esta etapa se busca realizar una revisión sistemática de literatura (RSL) con al menos cuatro bases de datos científicas como fuente de información. Al finalizar la etapa, será posible contar con información valiosa que sirva de punto de partida para diseñar y ejecutar la estrategia planeada.

**Fase 2 - Análisis del entorno:** Después de conocer las estrategias utilizadas para abordar el desarrollo de Pensamiento Computacional a nivel mundial y el impulso de la motivación, gracias a la RSL, se buscará filtrar de cada documento primario sus características principales; con esto, se obtendrá un listado de variables en

común entre todos los artículos, que servirán de referencia para realizar el mismo análisis, pero en el contexto local (Medellín). A partir de estos datos, se realizará un diagnóstico local para conocer qué estrategias ya se están implementando en la ciudad, sus efectos, entre otros detalles relevantes. Para esto, se realizará una encuesta en los colegios de Medellín para conocer diferentes perspectivas. Con el análisis de resultados de la encuesta, se pretende entender las necesidades puntuales del contexto donde se espera ejecutar la estrategia a proponer, entendiendo que cada entorno requiere diferentes variables.

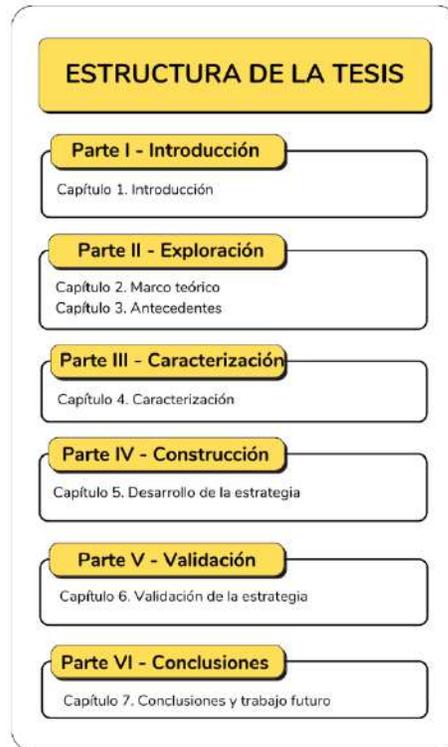
**Fase 3 – Diseño de la estrategia:** En esta etapa se procederá a diseñar la estrategia como tal, partiendo de los hallazgos obtenidos en la encuesta y la RSL de las fases anteriores. Se determinarán los componentes de la estrategia, haciendo especial énfasis en la gamificación, que es un factor fundamental dentro de la misma. Dentro de todo este proceso, deben definirse contenidos de la estrategia, elementos de gamificación, participantes, instrumentos, herramientas de apoyo, entre otras. Al final, se espera contar con un prototipo funcional que soporte la ejecución de la estrategia y abarque todas las características propuestas.

**Fase 4 - Validación:** Finalmente, en la etapa de validación se procederá a poner a prueba la estrategia propuesta, mediante un plan piloto presencial en una institución educativa de Medellín. Para esta fase se contará con el prototipo funcional diseñado en la etapa anterior, así como con las guías de aplicación de la estrategia, instrucciones de uso, recomendaciones, entre otros detalles operativos. Se espera que, después de realizar la prueba piloto, se obtengan los datos necesarios para poder analizarlos y reportar hallazgos sobre la efectividad de ésta, en términos motivacionales.

Este documento consigna el trabajo adelantado para cubrir estas cuatro fases, con una presentación estructurada en capítulos para dar mayor claridad a su contenido.

## 1.6. ESTRUCTURA DE LA TESIS

Este trabajo está organizado en 7 capítulos, los cuales se presentan en la Figura 2.



**Figura 2.** Estructura de la tesis.

A continuación, se describen brevemente los capítulos de este trabajo con su respectivo contenido:

**CAPÍTULO 1. Introducción:** Contiene toda la contextualización del trabajo realizado, haciendo énfasis en el por qué el tema tratado es relevante y amerita su desarrollo. A partir de lo anterior, presenta un problema de investigación y una hipótesis, que son el punto de partida del trabajo, así como los objetivos a cubrir durante el desarrollo de la presente investigación. También se encontrará un gráfico que ilustra la forma como se desarrollará el proceso de investigación, así como una imagen que resume el contenido de este trabajo.

**CAPÍTULO 2. Marco teórico:** Su pertinencia pasa por la necesidad de dar mayor claridad al lenguaje y a los conceptos utilizados dentro de la investigación plasmada en este documento. Se definen los conceptos abordados dentro de la investigación, desde lo general hasta lo específico; partiendo de definir qué es Pensamiento Computacional, eje central de la investigación, junto a los conceptos que lo componen. También menciona qué es la organización Bebras, explica qué es gamificación, componente principal de la estrategia a proponer. Finalmente, define qué son los Sistemas de Gestión de Aprendizaje y los tipos de motivación desde un punto de vista psicológico.

**CAPÍTULO 3. Antecedentes:** Presenta todas las etapas de la revisión sistemática de literatura, la cual permite identificar las estrategias utilizadas actualmente para motivar a los estudiantes mientras participan de su proceso de desarrollo de Pensamiento Computacional. La revisión es sometida a una serie de filtros de utilidad que permiten obtener un reducido número de documentos que se utilizan como artículos primarios de la investigación, y a los cuales se les hace un análisis más detallado para conocer información relevante acerca de la estrategia que presenta: población, edades, recursos físicos, económicos, contexto social y cultural, contenido temático, entre otras.

También se presenta una encuesta de diagnóstico realizada en diferentes colegios públicos de Medellín, con el ánimo de conocer el contexto local referente a la enseñanza del pensamiento computacional y los mecanismos de motivación de los estudiantes.

**CAPÍTULO 4. Caracterización:** Este capítulo presenta el proceso de caracterización de las estrategias gamificadas que se han ejecutado en diferentes lugares, pero siempre en educación secundaria. El análisis de cada una de las estrategias se hace con el objetivo de conocer aspectos relevantes para el diseño de una estrategia de aprendizaje, lo cual sirve de punto de referencia para la

propuesta de este trabajo, pero también para identificar posibles áreas no exploradas que permitan encaminarla. Dentro de los aspectos a identificar, se pueden encontrar temas relacionados con los recursos necesarios, la duración de la ejecución de la estrategia, el entorno sociocultural en el que se aplica, las temáticas, la forma en la que se aborda la motivación, y los elementos de gamificación, entre otros. Para complementar la caracterización de las estrategias, se presenta el análisis y hallazgos de la encuesta de diagnóstico realizada en el contexto local, sobre aspectos relacionados con la enseñanza de pensamiento computacional.

**CAPÍTULO 5. Desarrollo de la propuesta:** En este capítulo se presenta toda la propuesta de la estrategia gamificada a implementar, desde el diseño de sus componentes hasta el contenido y desarrollo de los mismos. Se justifican todos los elementos gamificados a utilizar, partiendo de un marco de trabajo específico, así como el contenido temático y la herramienta funcional de apoyo para la interacción con los estudiantes.

**CAPÍTULO 6. Validación:** Este capítulo presenta todo el protocolo de validación de la estrategia gamificada propuesta, lo cual se basará en un plan piloto en una institución educativa pública de Medellín. Describe el procedimiento de aplicación del piloto de la estrategia, el mecanismo de utilización de la gamificación, las condiciones previas necesarias para la prueba, y los instrumentos de medición de efectividad de la misma.

**CAPÍTULO 7. Conclusiones:** El último capítulo del trabajo presenta las conclusiones de la investigación realizada, así como las sugerencias de trabajo futuro en la misma línea.

## **CAPÍTULO 2      MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se presenta la definición de los conceptos clave en los que se basa la investigación, con el objetivo de dar mayor contexto y claridad en la secuencia de los apartados y los contenidos abordados.

### **2.1. CIENCIA COMPUTACIONAL**

La ciencia computacional es una disciplina caracterizada por el uso de computadores para proveer una visión detallada del comportamiento de sistemas físicos complejos [30]. El término ha ido aumentando su definición, desde que se inventó el computador hasta la actualidad. En general, abarca todos los mecanismos realizados para obtener resultados generados por un computador. El alcance de las tareas realizadas dentro del estudio de esta ciencia, mediante el uso de máquinas informáticas, no tiene límite. Inicialmente tuvo relevancia por su capacidad de realizar tareas que un ser humano no puede realizar con la misma rapidez. Ahora, los avances tecnológicos permiten que se hable incluso de la computación cuántica, que permite mejorar los tiempos de procesamiento de las tareas [31]. Cabe aclarar que, las ciencias computacionales se apoyan de otras áreas de conocimiento como las matemáticas, lo cual implica tener un conocimiento promedio de ellas como complemento.

### **2.2. PENSAMIENTO COMPUTACIONAL**

El pensamiento computacional es la habilidad que puede desarrollar un ser humano para analizar, comprender y resolver problemas bajo el mismo modelo implementado por un computador. Cabe aclarar que, el pensamiento computacional no implica hacer que las personas piensen como un computador, sino que, mediante su inteligencia única, lo utilice como herramienta para abordar problemas más complejos y, posteriormente, construir sistemas con una utilidad importante [32]. Al existir diferentes definiciones de pensamiento computacional en la literatura, también se encuentran diferentes perspectivas sobre las habilidades que la

conforman. Sin embargo, los de mayor uso son: abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones y diseño o pensamiento algorítmico [33]. Otros autores añaden el concepto de evaluación [34], útil para conocer las necesidades y limitantes de una solución particular.

### **2.3. ABSTRACCION**

La abstracción es un concepto que existe en diferentes contextos y desde antes de la visibilidad del pensamiento computacional. Según Wing [35], la abstracción consiste en reducir la información y los detalles para centrarse en conceptos relevantes para comprender y resolver problemas. De acuerdo con la autora que visibilizó el concepto de pensamiento computacional, la abstracción es su pilar fundamental [36]. En computación, generalmente los sistemas deben interconectar varias capas de abstracción, lo cual permite construir sistemas complejos. Específicamente, un usuario no necesita saber cómo se implementó un software para poder utilizarlo, ni un desarrollador necesitaría saber quiénes son todos los usuarios potenciales del mismo. Eso se da gracias a la abstracción [36].

### **2.4. DESCOMPOSICION**

Consiste en resolver problemas mediante la división del mismo en subproblemas, que, generalmente, son más sencillos de resolver. La descomposición es necesaria cuando se trata de grandes problemas, sistemas complejos o tareas complejas [34]. No es una técnica exclusiva de las ciencias de la computación; de hecho, es ampliamente utilizado en contextos políticos, psicológicos, entre otros, bajo la frase conocida como “Divide y vencerás”, que sugiere la victoria (entiéndase solución a un problema o tarea) mediante la ruptura de grandes concentraciones, en fracciones que tienen menos energía por separado (dividir problemas en subproblemas, que tendrán un nivel de dificultad más bajo).

## **2.5. RECONOCIMIENTO DE PATRONES**

El reconocimiento de patrones significa identificar la estructura y el patrón de un problema y encontrar similitudes entre la información actual y la información pasada [37]. Dentro del pensamiento computacional, se conoce como el paso de reconocer la forma como pequeñas piezas pueden ser reusadas y reaplicadas a problemas similares o únicos [34]. También se conoce con el término de generalización. Al momento de resolver un problema, el reconocimiento de patrones puede permitir ahorrar tiempo y esfuerzo en su solución, gracias a la identificación de pequeños fragmentos o problemas similares, que conllevan a una misma solución.

## **2.6. PENSAMIENTO ALGORITMICO**

Un algoritmo es una abstracción de un procedimiento paso a paso para tomar entradas y producir alguna salida deseada [36]. A partir de esto, pueden surgir diferentes definiciones de lo que es el pensamiento algorítmico. Una de ellas plantea que es un conjunto de habilidades que se conectan a la construcción y comprensión de algoritmos [38]. Estas habilidades son: analizar problemas dados y especificarlo con precisión; encontrar acciones básicas adecuadas para un problema dado; y construir un algoritmo correcto para un problema utilizando esas acciones básicas. El pensamiento algorítmico se conoce como una de las competencias más importantes que se puede lograr en informática, principalmente porque con ellos puede construirse todo el software requerido mediante técnicas de codificación.

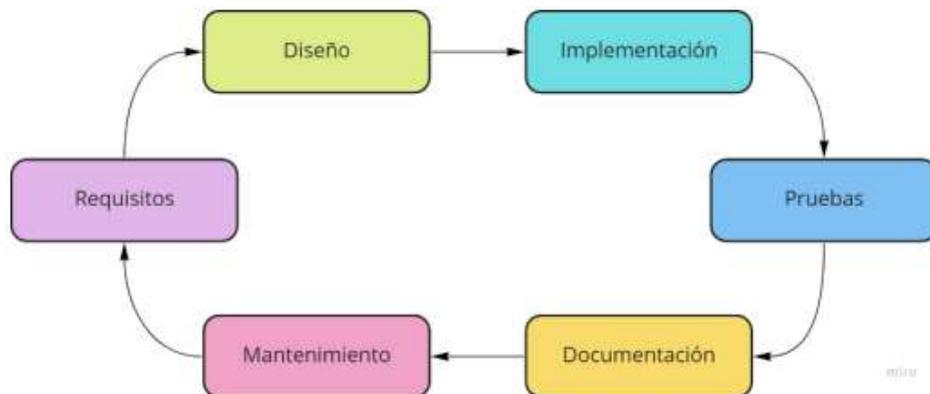
## **2.7. CODIFICACIÓN**

El concepto de programación en el área tecnológica se refiere al proceso en el cual se describe una serie de instrucciones (algoritmo) con una sintaxis específica, de forma que puedan ser interpretadas por la máquina. De forma sencilla, la programación es una herramienta que permite que la persona y la computadora hablen el mismo idioma. Esta herramienta se conoce como lenguaje de programación. Existen diferentes tipos de lenguajes de programación: de bajo nivel,

que utiliza sintaxis y comandos propios del procesador del computador; y de alto nivel, que tienen mayor facilidad de entendimiento por parte del ser humano [39].

## 2.8. SOFTWARE

El software es el conjunto de programas de cómputo, reglas, procedimientos, documentación y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un Sistema Informático; interactúan con los recursos del sistema y resuelven las necesidades planteadas por el usuario final [40]. Todo componente lógico de un computador se considera software: desde el sistema operativo hasta aplicaciones web. Dependiendo del tamaño del software, puede ser necesaria la implementación de mecanismos propios de la ingeniería de software, que definen el proceso de su creación, para garantizar una estructura coherente y escalable. En la Figura 3 se presenta el ciclo de vida del software.



**Figura 3.** Ciclo de vida del software

## 2.9. GAMIFICACIÓN

La gamificación se define como el uso de estrategias, modelos, dinámicas, mecánicas y elementos propios de los juegos en contextos ajenos a éstos, con el propósito de transmitir un mensaje o cambiar un comportamiento, a través de la experiencia lúdica que propicie la motivación, la implicación y la diversión [41]. Se

puede interpretar como un conjunto de actividades y procesos para resolver problemas, usando o aplicando características de los elementos de un juego [42].

Por consiguiente, se puede inferir que la aplicación de gamificación no debe ser específicamente en juegos, o donde el objetivo sea netamente diversión [43]. Sin embargo, es importante recalcar que el concepto de gamificación difiere del concepto de juegos y, en el entorno educativo, del aprendizaje basado en juegos. Los juegos tradicionales, entre ellos los videojuegos, tienen como objetivo de fondo la diversión y el entretenimiento, más allá de que cada uno tenga el objetivo de que el jugador “aprenda” un conjunto de actividades, movimientos o mecánicas propias del mismo, para poder participar de él exitosamente [44].

En contraste, la gamificación debe mezclar conceptos de enseñanza y aprendizaje junto con elementos usados en los juegos, para cumplir con éxito una actividad académica específica. Por otro lado, el Aprendizaje Basado en Juegos (GBL, por sus siglas en inglés), podría interpretarse como una clase de juego, cuyo objetivo principal es proporcionar un resultado de aprendizaje definido, sobre un tema específico [45].

El uso de la gamificación en la educación generalmente busca aumentar el interés de los estudiantes dentro de las actividades educativas, además de incrementar el espíritu competitivo y motivarlos a participar activamente en su proceso de aprendizaje [46]. No obstante, debe tenerse en cuenta que la aplicación adecuada del concepto debe incluir un conjunto de actividades relevantes, no solo una; también, debe tener un propósito para resolver problemas; y lo más importante, se debe ser claro en comprender que el uso de ciertas mecánicas de un juego, como puntos o insignias, no es suficiente para construir un entorno gamificado [42].

## 2.10. ENTORNO GAMIFICADO

La gamificación no necesariamente se aplica en entornos de juegos, sino que toma los elementos motivacionales que los hacen entretenidos, para aplicarlos en contextos específicos, generalmente de aprendizaje, con el objetivo de atraer a los usuarios del mismo [47]. En resumen, cualquier entorno, actividad, recurso o situación que involucre estructuradamente los componentes propios de los juegos, se convierte en un entorno gamificado.

## 2.11. FRAMEWORKS PARA ENTORNOS GAMIFICADOS

A partir del uso del término gamificación, han surgido diferentes marcos de trabajo que definen su implementación en diferentes entornos.

### MDA Framework

Sugiere tres categorías necesarias a la hora de diseñar juegos: Mecánicas, Dinámicas y Estética [48]. A continuación, se presenta la distribución de elementos de gamificación propuesta por el marco MDA.

### Mecánicas

Se definen como aquellas reglas que consiguen que una actividad se asimile a un juego o a una actividad lúdica [49]. Algunas de las mecánicas existentes se presentan a continuación:

- **Recolección:** Utiliza la afición de las personas por coleccionar elementos y la posibilidad de mostrarlo ante las demás personas.
- **Puntuación:** Incentiva al usuario mediante un sistema de puntuación con lo que se puede conseguir algo específico, bien sea reputación o premios.
- **Clasificación:** Permite a los usuarios compararse entre sí, explotando el espíritu competitivo.

- **Niveles:** Permiten premiar la implicación del usuario en la actividad realizada, asignando un nivel con el que puede distinguirse del resto, lo puede animar a los demás a igualarlos.
- **Objetivos:** Permiten darle sentido a la utilización del entorno, permitiéndole al usuario comprender el motivo por el cual se interactúa con el mismo.
- **Reglas:** Define los lineamientos que se deben seguir dentro de la interacción con el entorno. El incumplimiento de ellas puede implicar sanciones con elementos o situaciones dentro del entorno como pérdida de puntos, inhabilidad por un tiempo específicos, pérdida de insignias, pérdida de nivel, entre otras.

### **Dinámicas**

Tienen por objeto la motivación y la implicación del usuario en la realización de una actividad. A través de las dinámicas, se consigue despertar el interés de los alumnos por las actividades que están llevando a cabo [50].

- **Recompensa:** Con las recompensas por finalización de tareas, interacción, entre otras, se busca despertar el interés por el juego en los estudiantes.
- **Competición:** Brinda la ventaja de aplicar competencias individuales o grupales, con resultados positivos siempre y cuando se mantenga una buena gestión de la competición.
- **Reconocimiento:** El estatus logrado a través de la gamificación incentiva al alumno en la consecución y realización de la actividad que se le ha encargado.
- **Cooperación:** Es una variación de la competición, pero en este caso se aplica el hecho de que varios jugadores buscan el mismo fin.

### **Estética**

Se basa en el diseño de la experiencia del usuario y, en definitiva, lo que generará mayor o menor atracción del usuario. Incluye la parte visual, táctil y auditiva de la

experiencia [51]. La estética del juego incluye, entre otras, la siguiente taxonomía [48]:

- **Sensación**, juego como placer sensorial.
- **Fantasía**.
- **Narrativa**, juego como drama.
- **Desafío**, juego como carrera de obstáculos.
- **Compañerismo**, juego como marco social.
- **Descubrimiento**, juego como territorio desconocido.
- **Expresión**, juego como autodescubrimiento.
- **Sumisión**, juego como pasatiempo.

### **MDC Framework**

Sugiere una modificación respecto al MDA, cambiando Estética por Componentes, que son elementos de juegos con un enfoque más específico [52]. Además, sugiere que cada mecánica está atada a una o más dinámicas, así como cada componente está atado a una o más mecánicas y/o dinámicas. Su orientación puede ser más clara hacia los entornos gamificados que no son necesariamente juegos. A continuación, se presenta la distribución de elementos de gamificación propuesta:

### **Dinámicas**

- Restricciones.
- Emociones.
- Narrativa.
- Progresión.
- Interacciones.

### **Mecánicas**

- Desafíos.
- Azar (Elementos de aleatoriedad).

- Competencia.
- Cooperación.
- Retroalimentación.
- Adquisición de recursos.
- Recompensas.
- Transacciones.
- Turnos.
- Estados ganadores.

### **Componentes**

- Logros.
- Avatares.
- Insignias.
- Desafíos.
- Colecciones.
- Combate.
- Desbloqueo de contenido.
- Regalos.
- Tablas de clasificación.
- Niveles.
- Puntos.
- Misiones.
- Gráficos sociales (redes sociales dentro del entorno).
- Equipos.
- Bienes virtuales.

### **Octalysis Framework**

Su objetivo es describir y puntuar todas las variables que se incluyen en un entorno gamificado, para encontrar posibles áreas de mejora en el entorno construido en

términos de gamificación, basados en la valoración cuantitativa a criterio personal del autor [53]. Las unidades principales de gamificación del marco de trabajo son: significado, realización, empoderamiento, propiedad, influencia social, escasez, imprevisibilidad y evitación, como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4.** Unidades del marco de trabajo Octalysis. Adaptado de [54]

## 2.12. SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE

De manera general, un sistema de gestión de aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés) es una aplicación de software para la administración, documentación, seguimiento, generación de informes y entrega de cursos educativos, programas de capacitación o programas de aprendizaje y desarrollo [55]. Dentro de los LMS más utilizados se encuentra Moodle, Edmodo, Blackboard, Sakai, entre otros [56].

## 2.13. MOTIVACIÓN

La motivación se define como las técnicas de estimulación a las personas para que alcancen altos niveles de rendimiento y superen los obstáculos al cambio [57]. La motivación es el motor de la guía, el control y la persistencia en el comportamiento humano [58]. En el contexto educativo, la motivación se debe gestionar en los estudiantes para que cumplan satisfactoriamente con sus labores, con un buen

desempeño. La pregunta que surge para investigaciones en torno a este tema es, ¿qué motiva a los estudiantes? Generalmente, se reconocen dos tipos principales de motivación: intrínseca y extrínseca. Algunos autores se refieren a esta división como la diferencia entre la verdadera motivación y el "compromiso", o simplemente mantener la atención. [59].

#### **2.14. MOTIVACIÓN INTRÍNSECA**

La motivación intrínseca es el deseo de hacer o lograr algo porque uno realmente quiere y disfruta o ve valor en hacerlo [60]. Este tipo de motivación ocurre al realizar una actividad por sí mismo, con el objetivo de experimentar satisfacción, diversión y/o placer asociado a ella [61].

Aspectos como el interés, la satisfacción, la confianza y el nivel de atención son descriptores de una motivación intrínseca. Siempre será deseable mantener un alto interés intrínseco en situaciones de aprendizaje, a pesar de que objetos extrínsecos puedan ayudar a motivar y a aprender del mismo modo.

#### **2.15. MOTIVACIÓN EXTRÍNSECA**

La motivación extrínseca es el deseo de hacer o lograr algo no por el disfrute de la cosa en sí, sino porque hacerlo conduce a un resultado determinado [59]. Ocurre cuando se realiza una acción por elección propia de la persona [61]. Aspectos como la presión, el esfuerzo e incluso las recompensas o sanciones, se asocian más a la comprensión de la motivación extrínseca.

Aunque en algún momento se ha afirmado que la motivación intrínseca y la extrínseca están inversamente relacionadas [62], con el paso del tiempo se ha logrado demostrar que estos tipos de motivación no son interactivos, por lo cual uno no depende del otro, lo que implica que deben ser evaluados de manera independiente [63].

Ciertos conceptos pueden corresponder a ambos tipos de motivación, según el contexto de aplicación. Por ejemplo, la satisfacción puede verse influenciada por aspectos intrínsecos, en el sentido de sensación de logro, superación, crecimiento personal. Por otro lado, puede depender de la consecución de recompensas o resultados externos, obtenidos a partir del logro de la tarea específica [63].

#### 2.16. **BEBRAS**

Es una iniciativa internacional que busca promover la informática y el pensamiento computacional entre estudiantes de todas las edades [64]. Para el año 2022, esta organización contaba con 59 países asociados, y algunos más provisionales, entre ellos Colombia, quien es miembro con este rol desde el año 2021 y que cuenta con 5191 participantes [65]. La promoción del Pensamiento Computacional dentro de esta organización se lleva a cabo mediante retos atractivos propuestos a una población objetivo, con un nivel de dificultad definido. Bebras propone diferentes niveles de dificultad y rangos de edades que van desde los 5 hasta los 19 años. Anualmente, la organización programa Workshops a nivel mundial, donde los países miembros proponen nuevos retos o tareas con un objetivo claro y temática específica que permita, posteriormente, su aplicación dentro de las aulas de clase.

## **CAPÍTULO 3 ANTECEDENTES**

En este capítulo se describe el proceso realizado para consultar los antecedentes existentes en la literatura, respecto al tema tratado en la investigación. Esto inicia desde un conjunto de preguntas de investigación que guían la consulta de literatura, para, finalmente, poder dar respuesta a cada una a partir de los resultados obtenidos.

### **3.1. REVISIÓN DE LITERATURA**

De acuerdo con lo planteado anteriormente, y a la línea investigativa del proyecto, se realizó una revisión sistemática basada en la guía propuesta por Petersen [66], orientada a conocer estrategias gamificadas para aumentar la motivación de los estudiantes en el proceso de desarrollo del pensamiento computacional, haciendo énfasis en herramientas, elementos de gamificación, conceptos de pensamiento computacional abordados, entre otros.

Para estructurar apropiadamente la revisión, y generar unas preguntas de investigación adecuadas, se utilizó la técnica PICOC [67], que permite identificar (P)oblación, (I)ntervención, (C)omparación, (O)Salidas y (C)ontexto. En ese sentido, el punto de partida de la revisión consistió en definir cada uno de estos conceptos, los cuales se identifican a continuación:

- Población: Estudiantes de educación secundaria.
- Intervención: Gamificación.
- Comparación: Estrategias.
- Outcome (Salidas): Motivación.
- Contexto: Colegios, educación media.

Es importante acotar que la perspectiva de la investigación se enfoca tanto al proceso de aprendizaje como al de enseñanza, entendiendo que son aspectos

complementarios en el proceso de formación estudiantil en un aula de clase. A partir de lo anterior, las preguntas de investigación son las siguientes:

- P1: ¿De qué manera se promueve el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes en la educación media?
- P2: ¿Qué metodologías se utilizan para medir el nivel de motivación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje?
- P3: ¿Cómo se está enseñando el pensamiento computacional en instituciones de educación media?

### **Selección de fuentes**

Posteriormente, se diseñó una cadena de búsqueda que permitiera identificar los artículos más adecuados para el objetivo propuesto:

*("Secondary School" OR "High School" OR "Middle School")  
AND "Motivation" OR "Interest")  
AND Gamification  
AND (Learn\* OR "Teach\*")  
AND ("Computational Thinking" "CT")*

Seguidamente, se eligieron estratégicamente cuatro bases de datos que pudieran incluir artículos orientados a la tecnología, la pedagogía, y el software en general. Es así como se eligió utilizar ACM, EBSCO Host, Science Direct y Scopus. Después de realizar la búsqueda inicial en cada una de las bases de datos, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Resultados iniciales de la búsqueda

<b>Fuente de búsqueda</b>	<b>Resultados</b>
ACM	47
EBSCO Host	195
Science Direct	52
Scopus	209

### **Selección de estudios**

Para realizar una depuración adecuada de los resultados iniciales de la búsqueda, y continuando con la metodología utilizada, se definieron unos criterios de inclusión y exclusión, que se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Criterios de inclusión y exclusión

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Artículo en español o inglés	Enfoque a universidades, escuelas primarias o e-learning
Menciona entornos tecnológicos	Es RSL
Presenta metodología de aplicación	Fecha de publicación mayor a 6 años
Presenta resultados de efectividad	No genera valor a la investigación
Se refiere a la enseñanza del PC	No plantea metodología
El tema de artículo se asocia al PC	Tema asociado a programación
Utiliza gamificación	Tema no asociado al PC

Es importante aclarar la importancia de excluir artículos asociados al aprendizaje/enseñanza de programación como tal, que dejan a un lado los conocimientos previos y las bases requeridas en ese campo, por lo que asumen que el PC se maneja en un nivel adecuado. Sin embargo, puede suceder que en

algunos artículos y estrategias se utilice la programación como el medio por el cual se enseña PC, lo cual es totalmente válido.

Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión presentados anteriormente, resultó un total de 48 artículos, repartidos en cada base de datos como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados de la búsqueda después de aplicar los criterios

<b>Fuente de búsqueda</b>	<b>Resultados</b>
ACM	3
EBSCO Host	11
Science Direct	12
Scopus	22

Para garantizar la calidad de los artículos primarios de la revisión, se procedió a calificar la calidad de cada uno de los artículos, de la siguiente manera: se propusieron 6 métricas de calidad, cada una de ellas con opciones de calificación de 0, 1 o 2. Posteriormente, se revisó cada una de las métricas en los artículos resultantes, y se le asignó su puntuación respectiva, bajo criterio propio, según la cantidad de información relevante que presentara para la investigación. Al final, los 48 artículos tendrían una puntuación máxima de 12. De esta manera, se decidió que los artículos con una puntuación igual o menor a 7, se descartarían porque no brindarían un valor significativo a la investigación. El puntaje de cada métrica y la calificación total de cada artículo se presentan en la Tabla 4, aclarando que el puntaje 0 corresponde a artículos inaccesibles en la literatura. Para mayor entendimiento de esta tabla, 0 responde “No” a la pregunta relacionada, 1 responde “parcialmente” y 2 responde “Si”.

**Tabla 4.** Evaluación de calidad de los artículos obtenidos.

Ítem de evaluación	Artículo																																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
¿Menciona metodologías de aplicación?	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	0	2	2	0	2	0	0	2	0	1	0	0	1	0
¿Menciona gamificación?	2	2	2	2	0	2	1	2	2	0	2	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
¿Menciona estrategias tecnológicas	0	2	2	2	1	2	0	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	2	1	0	1	0	0	2	0	2	0	2	2	2		
¿Se aplica a educación media/colegios?	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	0	0	1	0	2	2	0	1	0	2	2	2		
¿Se menciona el PC?	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	0	2	0	0	0	0	2	0	2	1	2	0	1	2	0	2	0	2	1	0	1	0	2	2	2		
¿Se busca aumentar la motivación de los estudiantes?	1	0	0	0	1	2	0	1	0	2	1	0	2	0	1	2	2	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
¿Presenta metodología de enseñanza?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

Finalmente, fueron 22 artículos que superaron el puntaje mínimo, como se observa en la tabla anterior, y que fueron la materia prima de la revisión, los cuales se presentan en la Tabla 5:

**Tabla 5.** Artículos primarios de la RSL

#	Título	Referencia
1	Increase of Confidence for the Solution of Problems in Preuniversity Students through Computational Thinking	[68]
2	Micro-persistence and difficulty in a game-based learning environment for computational thinking acquisition	[69]
3	Meri Kahani: A Gamified Solution to Teach Computational Thinking to Female Teenagers in Low Resource Communities	[70]
4	The development of students' computational thinking practices in elementary- and middle-school classes using the learning game, Zoombinis	[71]
5	Coding moves: Design and research of teaching computational thinking through dance choreography and virtual interactions	[72]
6	Teaching Computational Thinking to a Student with Attention Deficit through Programming	[73]
7	Middle School Students Learn Binary Counting Using Virtual Reality	[74]
8	Learning Computational Thinking Without a Computer: How Computational Participation Happens in a Computational Thinking Board Game	[75]
9	sCool - Game Based Learning in STEM Education: A Case Study in Secondary Education	[12]
10	Computational thinking and robotics: A teaching experience in compulsory secondary education with students with high degree of apathy and demotivation	[7]

11	Leveraging robot programming to foster computational thinking	[76]
12	Learning Analytics on the gamified assessment of computational thinking	[77]
13	Advancing preuniversity students' computational thinking skills through an educational project based on tangible elements and virtual block-based programming	[78]
14	Single or combined? A study on programming to promote junior high school students' computational thinking skills	[79]
15	A 3D Learning Environment for Teaching Computational Thinking	[80]
16	Bebras in the Digital Game< Captain Bebras> for Students' Computational Thinking Abilities	[81]
17	Nurturing Secondary School Student Computational Thinking Through Educational Robotics	[82]
18	Game-based collaborative learning framework for computational thinking development.	[83]
19	Unplugged Coding Using Flowblocks for Promoting Computational Thinking and Programming among Secondary School Students.	[84]
20	Computational Thinking and Educational Robotics Integrated into Project-Based Learning.	[85]
21	Improving 7th-graders' computational thinking skills through unplugged programming activities: A study on the influence of multiple factors.	[86]
22	Las “actividades desconectadas” y el desarrollo del pensamiento algorítmico	[87]

## **Análisis de resultados**

A partir de los resultados obtenidos, para poder responder a las preguntas de investigación, se analizaron las estrategias encontradas en términos de herramientas utilizadas, ambiente físico requerido, uso de gamificación en la estrategia, contexto de aplicación, entre otras, lo que permitió agrupar los hallazgos en las categorías presentadas a continuación.

### **Respuesta a la P1, “¿De qué manera se promueve el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes en la educación media?”**

Lo primero a resaltar dentro de los hallazgos es que, en varios artículos, el pensamiento computacional es trabajado mediante contextos sociales y culturales específicos. Por ejemplo, [70] presenta una propuesta de enseñanza de pensamiento computacional en un país de medio oriente, donde el acceso femenino a la educación es limitado y no se cuenta con recursos físicos y económicos suficientes para tal fin. A partir de esto, presentan entonces una solución móvil que incentive el aprendizaje en las mujeres de ese país. De esta manera, se interpreta que el pensamiento computacional es el medio por el cual se busca reducir la brecha de género en la educación, más allá de incentivar el aprendizaje de pensamiento computacional propiamente.

En ese sentido, existen otras estrategias académicas para adentrar a los estudiantes al pensamiento computacional en contextos personales totalmente diferentes; por ejemplo, en Brasil [73] se planteó una estrategia de enseñanza de pensamiento computacional para estudiantes con déficit de atención comprobado, buscando así una mayor inclusión estudiantil. Por otro lado, en España [7] se hace énfasis en la enseñanza de pensamiento computacional con estudiantes apáticos y con alto nivel de desmotivación en el proceso de aprendizaje, lo cual se refleja en los años escolares que han tenido que repetir.

En resumen, para responder a la P1, “¿De qué manera se promueve el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes en la educación media?”, se revisó desde una perspectiva social y contextual del entorno donde se desarrollan las diferentes estrategias, dado que los resultados mostraron que cada estrategia contiene implícitamente un contexto determinado y un objetivo diferente. Por lo anterior, se puede afirmar que no todas las estrategias de promoción de pensamiento computacional son efectivas en cualquier entorno de aplicación, sino que dependerá de las necesidades específicas de los estudiantes involucrados, desde el punto de vista cognitivo y académico, pero también desde las condiciones de infraestructura física y herramientas de trabajo disponibles.

**Respuesta a la P2, “¿Qué metodologías se utilizan para medir el nivel de motivación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje?”**

La respuesta a la pregunta P2, “¿Qué metodologías se utilizan para medir el nivel de motivación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje?”, se construye a partir de los mecanismos que se apliquen en las estrategias para determinar qué tan motivados se encuentran los estudiantes en su entorno educativo, específicamente, en su proceso de aprendizaje. Lo primero a resaltar es que varios autores afirman haber motivado a los estudiantes con sus estrategias, con justificaciones basadas en la observación y la percepción del investigador. Por ejemplo, Díaz-Lauzurica [7] afirma que, de manera empírica, confirmó que los estudiantes fueron motivados con su estrategia propuesta. Otros autores como Domínguez [88] afirman que la motivación está presente porque los estudiantes así lo afirmaban al final de las sesiones de clase. También, se observó que otros autores [85] tienden a asumir que existe motivación porque la valoración de las evaluaciones académicas y sociales aumentan, pero no se plantea una base teórica que lo sustente.

Por lo anterior, se observa que en la mayoría de los casos no hay una unificación de criterios para la medición de motivación en los artículos que se orientan a la enseñanza de pensamiento computacional, pero sí existen herramientas o técnicas que podrían suponer una aproximación a la medición efectiva de motivación de los estudiantes. Específicamente, en Israel [69] se incluye el estudio de micro persistencia en el proceso de aprendizaje de pensamiento computacional en un entorno basado en juegos, donde se asume que, a medida que un estudiante reintentará cada uno de los retos propuestos, la motivación de este irá aumentando. De esta manera, se mide el número de intentos por reto que realiza cada estudiante y se concluye que, cuando no se logra terminar un reto y no se reintentará su finalización correcta, no existe una motivación en el estudiante. De lo contrario, si el estudiante falla un reto, y lo reintentará varias veces hasta culminarlo exitosamente, se considera que ese estudiante tuvo un alto nivel de motivación para aprender, incentivado, en parte, por el espíritu competitivo que un entorno de juegos o gamificado puede generarle.

Por otra parte, en Colombia se implementó una plataforma web [77] en la cual los estudiantes pueden resolver múltiples retos asociados a conceptos de pensamiento computacional. El factor diferenciador de esta herramienta está en el rol del docente, que tiene total libertad para crear diferentes retos, y hacerle un seguimiento estratégico a cada estudiante mediante la analítica de datos que la herramienta provee. De esta manera, se puede enfocar la retroalimentación y dar mayor énfasis a los estudiantes en los puntos débiles detectados automáticamente, a medida que el estudiante utiliza la plataforma. Para este caso específico, la motivación también se midió de forma empírica y según comentarios no documentados de los estudiantes.

Finalmente, algunos autores [12] utilizaron instrumentos que ya han sido validados desde el campo psicológico, como la Escala de Motivación Situacional y la Escala Emocional Informática, que son un conjunto de preguntas que se realizan al final de

las actividades propuestas, y cuya tabulación permite generar indicadores de motivación ya establecidos.

En resumen, gran parte de la literatura mide la motivación de los estudiantes según la observación y percepción del investigador, aunque existen técnicas que se han desarrollado para realizar la medición en tiempo real, a partir del comportamiento del estudiante. También, se han utilizado instrumentos de medición, que ya han sido probados, pero que permiten generar conclusiones acerca de conceptos motivacionales específicos y predefinidos, generando una restricción a la hora de poder utilizarse en otros contextos.

### **Respuesta a la P3, “¿Cómo se está enseñando el pensamiento computacional en instituciones de educación media?”**

Finalmente, para responder a la pregunta P3, “¿Cómo se está enseñando el pensamiento computacional en instituciones de educación media?”, se determinaron cuatro categorías principales que agrupan las estrategias según las herramientas utilizadas. También, se menciona una categoría especial de gamificación, teniendo en cuenta que la revisión giraba en torno a estrategias gamificadas.

#### **Actividades desconectadas**

Las estrategias planteadas dentro de los resultados obtenidos utilizan actividades que se pueden clasificar en dos categorías: desconectadas, que se definen como actividades que comprenden una gran variedad de ejercicios, juegos y problemas que se desarrollan sin requerir el uso de computadoras; y conectadas, que, inversamente, implican el uso de computadores o equipos tecnológicos en general. Las actividades desconectadas cumplen un papel fundamental en las estrategias que quieren evitar la saturación tecnológica de los estudiantes y que no se sientan abrumados por el manejo de dichas herramientas. Además, son indispensables en entornos donde el acceso a dispositivos tecnológicos es limitado. Por ejemplo, en

Colombia [87] se planteó una estrategia basada en actividades desconectadas para desarrollar el pensamiento computacional en los estudiantes y determinar su impacto. Se describe como una buena estrategia para aplicar en ubicaciones remotas, donde, por cuestiones económicas y sociales, no sea posible contar con las herramientas tecnológicas necesarias. La principal ventaja de este tipo de actividades es que basta con papel, lápiz y creatividad para transmitir el conocimiento y motivar a los estudiantes. Del mismo modo, en Tailandia [84] se han implementado estrategias desconectadas que se orientan a la enseñanza del diseño algorítmico mediante semejanzas de código real con componentes físicos, llamados bloques, que forman flujos y generan una secuencia específica. Cada uno de los bloques representa conceptos determinados dentro de los algoritmos con su sintaxis respectiva. De forma similar, en Taiwán [75] se implementó una estrategia basada en un material desconectado llamado RobotCity, que, mediante el uso de tarjetas de diferentes colores con funcionalidades específicas, busca resolver retos que se asemejan al mundo real, expresados en movimientos indicados al Avatar del juego. En esta estrategia también se desarrollan las habilidades de diseño algorítmico, incluyendo secuencias, condiciones, ciclos, además de la abstracción, descomposición y reconocimiento de patrones.

También, en China [86] se han ejecutado estrategias de este tipo, incluyendo en el análisis diferentes factores previos de los estudiantes, como disponibilidad de herramientas TIC para su uso, conocimientos en matemáticas, género, experiencia en programación e incluso grado de escolaridad y ocupación de los padres, lo cual sugiere que estos factores influyen directamente en el proceso de aprendizaje de ellos. En México, una universidad utiliza este tipo de actividades como estrategia para motivar a más estudiantes de educación secundaria a inscribirse en carreras informáticas, enfocándose en la solución de problemas mediante rompecabezas y material didáctico en general, como el Bebras Computational Thinking Challenge 2015 [68]. Este material es ampliamente utilizado en el ámbito educativo, ya que se define por una organización a nivel mundial en la cual participan múltiples países,

aportando conocimiento, añadiendo materiales de trabajo y ejecutando competencias entre estudiantes para promover la informática y el pensamiento computacional en estudiantes de todas las edades. Con base a lo anterior, en Taiwán [81] se desarrolló un juego digital basado en dicho contenido, incluyendo los mecanismos de evaluación pre y post juego, puntuación, entre otros, buscando mejorar las habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes. Siguiendo esta línea, en China [79] se llevó a cabo una estrategia que incluía 4 estrategias dentro de ella, en la cual se combinaban estrategias conectadas y desconectadas, con el objetivo de conocer cuál de las estrategias puede mejorar más las habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes. Los 4 grupos experimentales se sometían a aprendizaje mediante actividades conectadas, actividades desconectadas, primero actividades desconectadas y luego conectadas, y primero actividades conectadas y luego desconectadas. Su contenido también se basaba en el material didáctico de Bebras Challenge, y para las actividades conectadas se utilizó Code.org [89], plataforma web que busca hacer más ameno el aprendizaje de contenido asociado a las ciencias de la computación.

## **Aplicaciones**

Por otro lado, se encuentran estrategias que utilizan juegos desarrollados por personas externas para implementar en su estudio. Sin embargo, los objetivos pueden variar sustancialmente. A pesar de girar en torno al pensamiento computacional, [83] es una estrategia basada en juegos implementada en Brasil, donde su herramienta principal es Robocode [90], juego que permite desarrollar tanques de batalla para competir con los demás. En esta investigación, se trabaja el concepto de diseño algorítmico específicamente. Sin embargo, otra estrategia como [71], ejecutada en Estados Unidos, utiliza juegos como Zombinis [91], que permite desarrollar en mayor medida los demás conceptos de pensamiento computacional, como lo son la descomposición, reconocimiento de patrones y

abstracción, sin necesidad de llegar a realizar algoritmos en un lenguaje específico, mediante rompecabezas, entre otros mecanismos.

## **Robótica**

El uso de la robótica también es ampliamente mencionado dentro de este campo. También puede usarse como apoyo o como eje central dentro de las estrategias propuestas, y su implementación también depende del costo que se pueda asumir. Por ejemplo, [76] fue implementado en México, buscando potenciar el interés de los estudiantes en el área, mediante la construcción de robots que pudieran resolver laberintos. En este caso, se utilizó mBot [92], el cual puede suponer un alto costo dependiendo del contexto de aplicación. Por otro lado, en Malasia se implementó una estrategia similar, mediante el uso de Robokar [82], pero con el objetivo de recorrer diferentes mapas en forma de carreteras, buscando programar el robot para evitar obstáculos y no salirse del rumbo. Además, en España [78] se implementó una estrategia con robótica, incluyendo el uso de elementos tangibles y el diseño algorítmico. Dentro de la estrategia, confluyen herramientas como el SucreKit, que contiene sensores, actuadores, entre otros; además de Blockly, una herramienta de programación basada en bloques, que sirve como base de una aplicación web diseñada específicamente para la ejecución de la estrategia. En este punto, la estrategia consiste en conocer el funcionamiento de todas las herramientas para, posteriormente, interactuar directamente con los elementos tangibles y aplicar los conocimientos en situaciones reales, por ejemplo, conocer cuándo una planta requiere ser humectada mediante los sensores y el diseño de un algoritmo. La herramienta Blockly también se utilizó en una estrategia propuesta en México [80] que la integra con Machine Learning y gráficos 3D para generar una estrategia de aprendizaje inteligente, utilizando reconocimiento de emociones y técnicas motivacionales propias de la educación, buscando incentivar el desarrollo del pensamiento computacional mediante el uso de la herramienta. Sin embargo, está

en fase de pruebas de usabilidad, por lo que la efectividad en su ejecución no está determinada.

Siguiendo con la línea de la programación basada en bloques, la cual es ampliamente utilizada en los cursos introductorios de pensamiento computacional e informática en general, en España también se ejecutó una estrategia [85] que integra Scratch [93] con herramientas de robótica LEGO Mindstorms [94] para lograr desarrollar una Sala de Escape desde cero, utilizando conceptos de abstracción y diseño algorítmico. Esta estrategia no solo tiene como objetivo central incentivar el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes, sino también el desarrollo de habilidades relacionadas con la ciencia, el arte, las matemáticas y la tecnología en general.

### **Realidad virtual**

Otras estrategias se han implementado con herramientas menos tradicionales y con un alcance más limitado. Por ejemplo, en Estados Unidos [74] se implementó una estrategia mediante el uso de Realidad Virtual, donde, por medio de unas gafas Oculus, los estudiantes podrían interactuar con un entorno que contenía diferentes estaciones, y en cada una de ellas se debían resolver retos asociados a las operaciones binarias. En ese sentido, el concepto de abstracción se puede desarrollar en los estudiantes, dada la variedad de sistemas numéricos y sus representaciones.

### **Gamificación**

La mayoría de las estrategias que utilizan gamificación presentan conceptos muy comunes en los juegos, como el uso de avatares, niveles, puntuaciones, logros, recompensas, entre otros. Por ejemplo, en Estados Unidos [72] se ha utilizado una estrategia basada en una herramienta web que permite crear y personalizar un avatar, que posteriormente recibirá instrucciones por parte del jugador (mediante

drag and drop) para que realice diferentes acciones. Dichas instrucciones son secuencias de pasos de baile que el avatar realizará por sí solo. De esta manera, se logra implantar en los estudiantes los conceptos básicos de pensamiento computacional, mediante semejanzas con actividades del mundo real, en este caso el baile. También existen juegos desarrollados para fomentar habilidades específicas del pensamiento computacional, como el diseño algorítmico, e incluso van más allá, hasta la programación comúnmente conocida. Por ejemplo, en Austria [12] se implementó una estrategia basada en un juego móvil que integra puntuaciones, logros, avatar y recompensas, para un entorno en el cual se cuenta con un personaje que resuelve retos planteados mediante codificación en Python.

## **CAPÍTULO 4 CARACTERIZACIÓN**

En este capítulo se presenta el proceso realizado para identificar el detalle de las diferentes estrategias gamificadas para la práctica de enseñanza y aprendizaje de pensamiento computacional, consultadas en el capítulo anterior. Posteriormente, con los resultados obtenidos en dicha caracterización, se presenta el proceso de diseño, ejecución e interpretación de una encuesta de diagnóstico sobre la enseñanza de pensamiento computacional, en el contexto local, donde se espera llevar a cabo la ejecución de la estrategia.

### **4.1. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE ESTRATEGIAS GAMIFICADAS**

Al realizar la revisión sistemática de literatura, se decidió realizar una comparación que serviría, posteriormente, de punto de partida para diseñar el diagnóstico en el contexto local que permitiera conocer el panorama de la enseñanza y aprendizaje de pensamiento computacional. Para dicha comparación, se analizó en detalle qué datos son relevantes de la propuesta de solución de cada artículo, teniendo como prioridad los elementos de gamificación usados y los conceptos de pensamiento computacional trabajados, entre algunos otros. En la Tabla 6 se muestra el resumen de los datos relevantes obtenidos (el número del artículo corresponde al número de artículo presentado en el capítulo de revisión sistemática de literatura).

**Tabla 6.** Criterios extraídos de los artículos primarios de la RSL

#	País	Grado	Edad	Tipo de actividades		Intensidad horaria	Concepto Pensamiento Computacional trabajado				Tecnología de apoyo					
				Conectadas	Desconectadas		Abstracción	Descomposición	Reconocimiento de patrones	Pensamiento Algorítmico	Board games	Web	Móvil	Escritorio	Robótica	VR
1	México	N.E	N.E		X	Libre	X	X		X	X					
2	Israel	N.E	N.E	X		No especifica				X		X				
3	Pakistán	N.E	13-17	X		No especifica		X		X			X			
4	EE.UU	8°	N.E	X		Libre	X	X	X	X		X				
5	EE.UU	5° a 9°	N.E	X		11 sesiones de 1 hora		X		X				X		
6	Brasil	N.E	15	X		34 semanas (204 horas)	X	X	X	X				X		
7	EE.UU	5° a 8°	N.E	X		1 hora	X									X
8	Taiwán	Secundaria	12		X	3 semanas	X	X	X		X					
9	Austria	N.E	12-14	X		2 sesiones de 50 minutos				X			X			
10	España	9°	N.E	X		3 meses				X					X	
11	México	9°	N.E	X		10 horas en 3 días	X	X		X			X		X	
12	Colombia	N.E	12-17	X		No especifica	X	X	X	X			X			
13	España	N.E	14-18	X	X	6 sesiones de 2 horas	X	X		X					X	
14	China	Secundaria	N.E	X	X	5 meses	X	X		X	X		X			
15	México	Secundaria	N.E	X		No especifica	X	X	X	X			X			
16	Taiwan	N.E	13-15	X		3 horas	X	X	X	X			X			
17	Malasia	Secundaria	N.E	X		2 días	X	X	X	X					X	
18	Brasil	Secundaria	N.E	X		90 minutos		X		X			X	X		
19	Tailandia	Secundaria	N.E		X	3 horas			X	X	X					
20	España	Secundaria	13-14	X		2 años	X			X			X		X	
21	China	Secundaria	12-13		X	8 sesiones de 40 minutos	X	X		X	X					
22	Colombia	Octavo	14		X	4 sesiones de 2 horas				X	X					

## 4.2. ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO

Siguiendo la línea de investigación, después de contar con los aspectos relevantes de los artículos primarios de la revisión sistemática, se procedió a diseñar una encuesta de diagnóstico para el contexto local, donde se espera ejecutar el plan piloto de la estrategia a proponer.

## 4.3. METODOLOGÍA

Las características encontradas en los artículos mencionados anteriormente fueron la base para la redacción de las preguntas de la encuesta, que fueron diseñadas según el BABOK [95], en el cual se sugiere lo siguiente:

### Preparar la encuesta

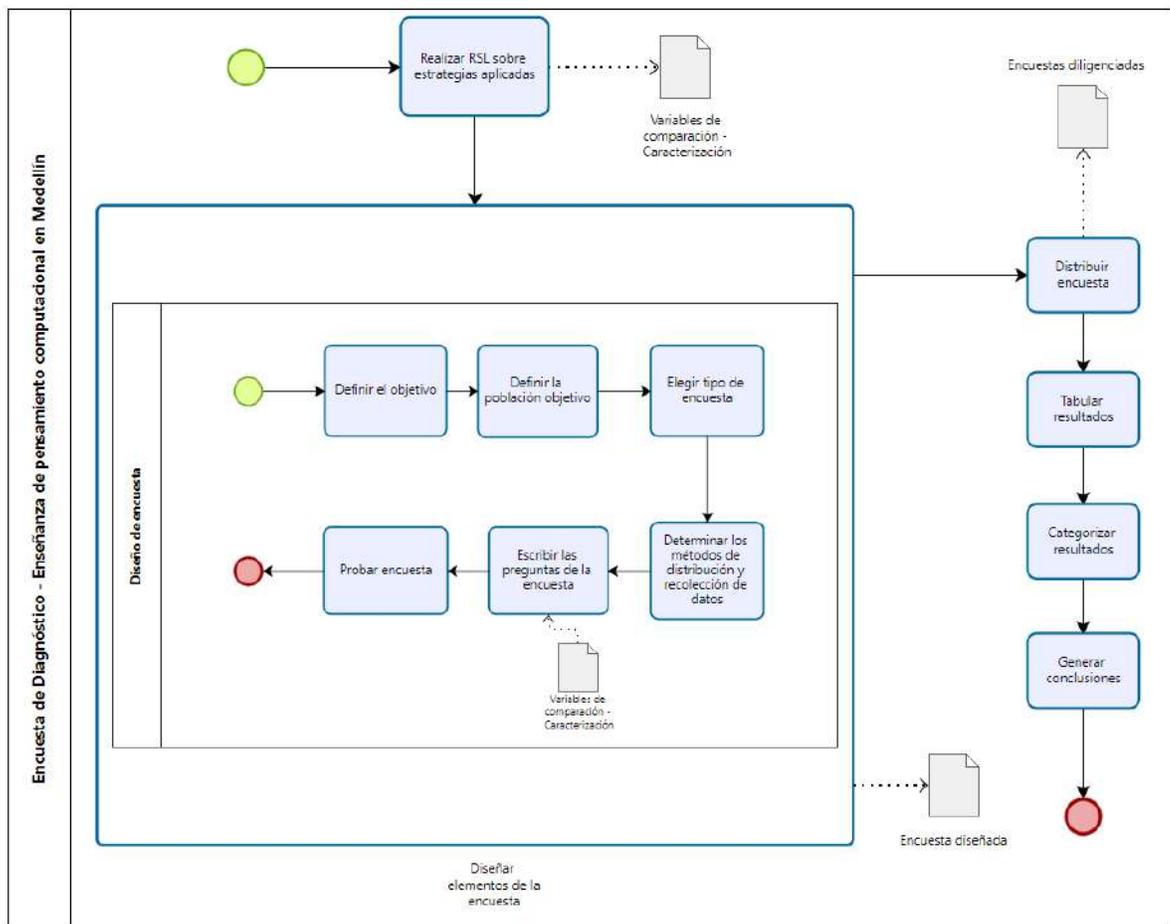
- **Definir los objetivos:** Conocer los detalles referentes al proceso de enseñanza-aprendizaje de pensamiento computacional en instituciones de educación secundaria de Medellín.
- **Definir la población objetivo:** Docentes/Encargados de clases de tecnología/media técnica en instituciones de educación secundaria de Medellín
- **Elegir tipo de encuesta:** Se utilizará una mezcla de preguntas abiertas y cerradas, con preguntas cerradas en mayor medida.
- **Determinar los métodos de distribución y recolección:** La encuesta se cargará en la herramienta web Google Forms y el enlace será distribuido de manera masiva a los colegios de Medellín.
- **Escribir las preguntas de la encuesta:** Ver Anexo 1.
- **Probar la encuesta:** La encuesta fue revisada, probada y respondida dentro del grupo de investigación, para corregir posibles errores.

## **Distribuir la encuesta**

Buscando obtener un número considerable de resultados, y a la misma vez realizar la recolección de respuestas de una manera práctica, se optó por acudir a la Mesa TI, que agrupa los colegios privados así como a la secretaría de educación de Medellín, donde se cuenta con la posibilidad de enviar comunicaciones de manera masiva a los colegios privados y públicos de Medellín. De acuerdo con lo anterior, se les suministró un mensaje junto al enlace de la encuesta para que fuera enviado a todos los colegios de Medellín, con un plazo de respuesta de 14 días.

## **Documentar los resultados**

Continuando con los lineamientos del BABOK, para documentar los resultados de la encuesta se sugiere, después de cotejar las respuestas, resumir o tabular los resultados. Además, identificar temas emergentes a partir de los detalles, formular categorías para codificar los datos y descomponer los datos en incrementos medibles. Lo anterior se resume en el diagrama del proceso que se presenta en la Figura 5.

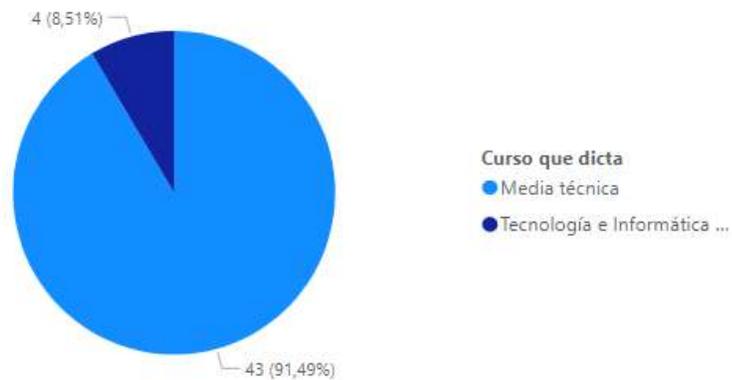


**Figura 5.** Diagrama de proceso de elaboración de encuesta de diagnóstico.

#### 4.4. RESULTADOS

Después de cumplirse el plazo otorgado para recopilar la mayor cantidad de respuestas posible, se obtuvieron 46 resultados, con los cuales se realiza el siguiente análisis.

## Contexto



**Figura 6.** Distribución de curso que dictan los encuestados

De acuerdo con la Figura 6, la encuesta fue respondida en más de un 90% por docentes que dictan clases asociadas a la media técnica. Cabe mencionar que la intensidad horaria en temas asociados a tecnología y el nivel de dificultad es mayor en esta modalidad académica, respecto a las clases tradicionales de la malla curricular.

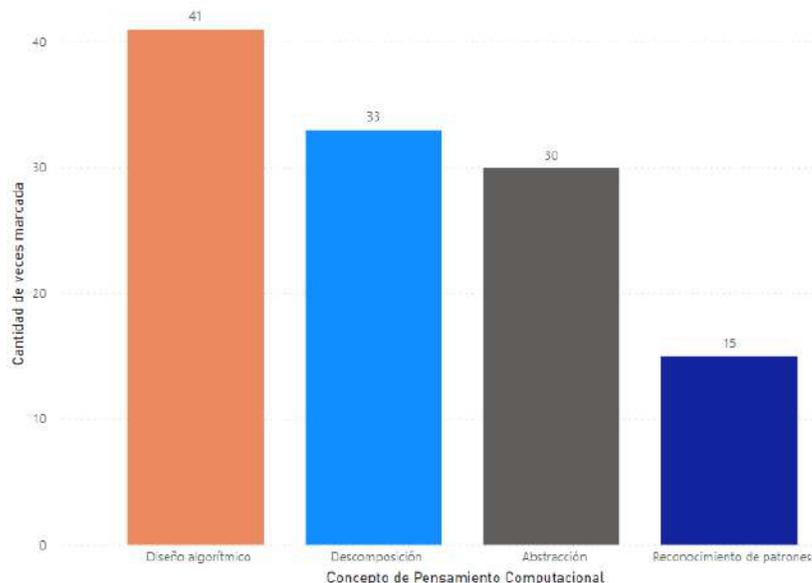


**Figura 7.** Distribución geográfica de las instituciones encuestadas

Teniendo en cuenta que la encuesta fue distribuida de manera masiva a los colegios de Medellín, en la Figura 7 se muestra la distribución geográfica de las instituciones que participaron libremente en la encuesta. Este punto es importante porque la ubicación de un colegio puede interferir en los recursos de los que dispone. Además, se cuenta con diferentes contextos sociales, que pueden influenciar en las metodologías aplicadas en el aula.

### Temática (Contenido)

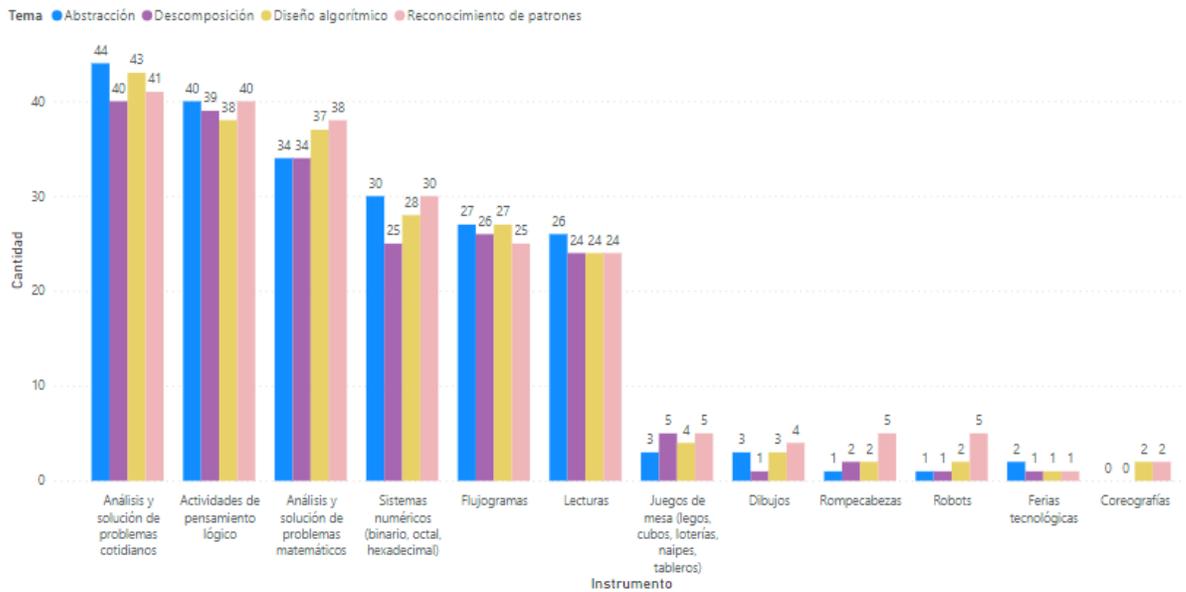
De acuerdo con la Figura 8, se genera un hallazgo importante, al comprender que el diseño algorítmico es el concepto más trabajado dentro del Pensamiento Computacional, dado su amplio margen de desarrollo en todos los tipos de programación: desde la programación basada en bloques, hasta la programación con lenguajes de alto nivel. Adicionalmente, concuerda con la política pública que se lleva a cabo en la ciudad de Medellín, donde se incentiva a todos los estudiantes de educación secundaria a afianzar sus conocimientos en programación, lo cual se configura como su punto de partida en este campo.



**Figura 8.** Concepto de Pensamiento Computacional trabajado

## Didáctico (Instrumentos)

Gracias a la Figura 9, se puede identificar cuáles son los instrumentos más utilizados por los docentes para apoyarse en el proceso de enseñanza de los conceptos de pensamiento computacional. A simple vista se puede notar que unos instrumentos resaltan sobre otros, pero lo más importante a concluir, es que no se visualizan instrumentos específicos para cada concepto. De esta manera, se puede observar que los flujogramas, las lecturas, los ejercicios de análisis y solución de problemas matemáticos/lógicos/cotidianos y los sistemas numéricos son usados de manera transversal a todos los conceptos implicados en el desarrollo de pensamiento computacional.

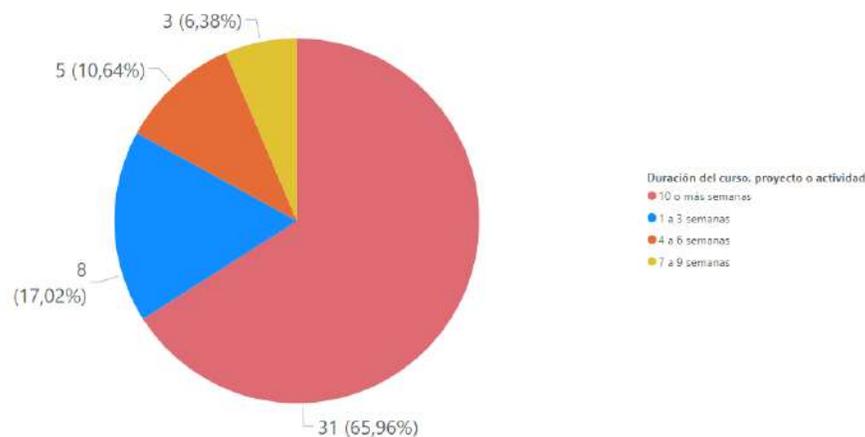


**Figura 9.** Instrumentos de enseñanza utilizados

## Tiempo invertido

En la Figura 10 se presenta la duración del curso, proyecto o actividad en el cual se trabaja el desarrollo de pensamiento computacional en los estudiantes. Se puede identificar que la mayoría de los entornos utilizan más de 10 semanas para su ejecución, esto, teniendo en cuenta que la mayoría de los encuestados corresponden a media técnica, donde los currículos académicos se proyectan de manera semestralizada, con más de 18 semanas de estudio.

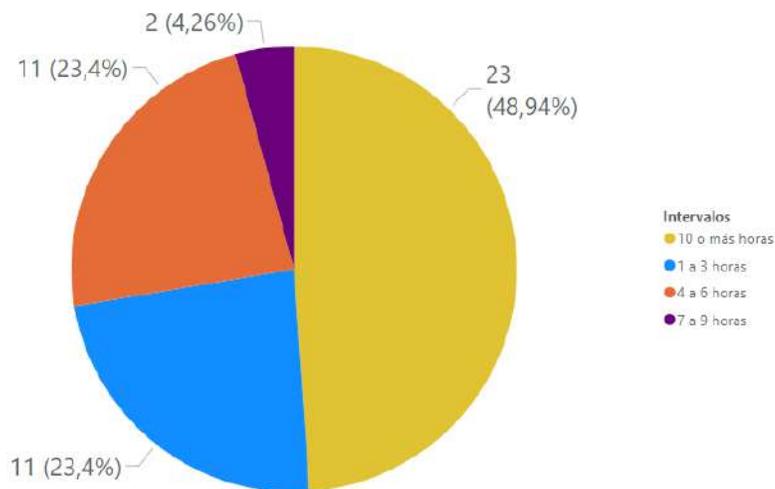
Sin embargo, es viable encontrar actividades o proyectos que se aborden específicamente con un alcance más corto, reflejado en su tiempo de ejecución. Lo anterior permite concluir que, a pesar de tener una mayoría de respuestas indicando una duración mayor a 10 semanas, el tiempo de duración de una actividad, proyecto o curso dirigido al aprendizaje y enseñanza de pensamiento computacional puede variar en función de los objetivos a cumplir.



**Figura 10.** Duración del curso, proyecto o actividad

En la Figura 11 se puede observar la intensidad horaria semanal dedicada al desarrollo de prácticas orientadas a la enseñanza y aprendizaje del pensamiento computacional. Más de 10 horas semanales es la opción más elegida,

entendiéndose por el hecho de que las jornadas de media técnica se llevan a cabo en jornada contraria a la habitual, por 3 o 4 horas, hasta 3 veces por semana. Sin embargo, estas intensidades dependen del enfoque que el docente le asigne al curso en un momento dado.

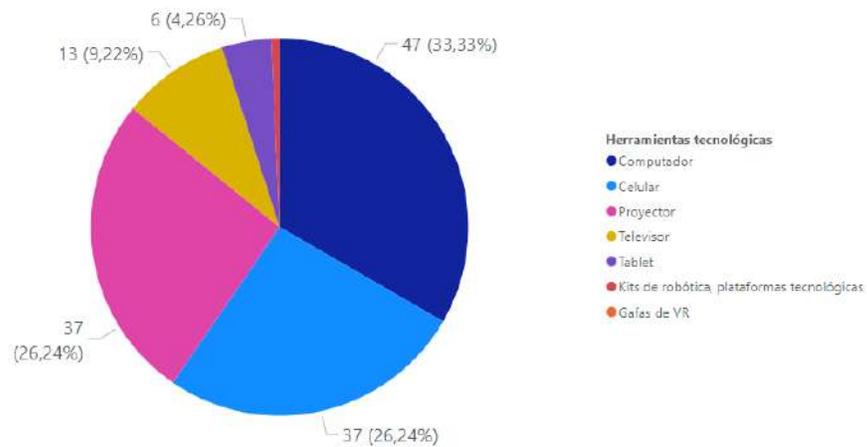


**Figura 11.** Intensidad horaria

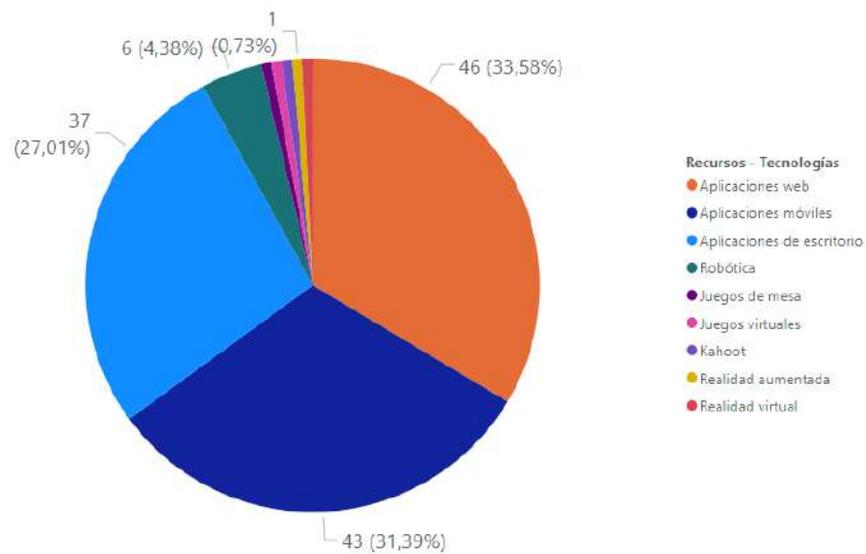
### Recursos

Las Figuras 12 y 13 se complementan para conocer la relación entre las herramientas usadas, y los recursos o tecnologías incluidas en dichas herramientas. Por ejemplo, al hecho de que el computador sea la herramienta tecnológica más utilizada en el aula de clase para el ejercicio de enseñanza y aprendizaje de pensamiento computacional, se le suma que con él pueden usarse aplicaciones web, o de escritorio, que parecen ser las combinaciones más utilizadas entre los encuestados. También es importante notar que el uso de dispositivos móviles es bastante alto dentro de los encuestados, sin embargo, podría ser importante conocer si son propiedad de la institución o del estudiante, entendiendo las condiciones socioeconómicas.

Específicamente en los recursos o tecnologías de apoyo aplicadas en el aula, se nota que recursos asociados a la robótica, realidad virtual o realidad aumentada son utilizados en menor medida. Esto puede deberse al alto costo de ellas.



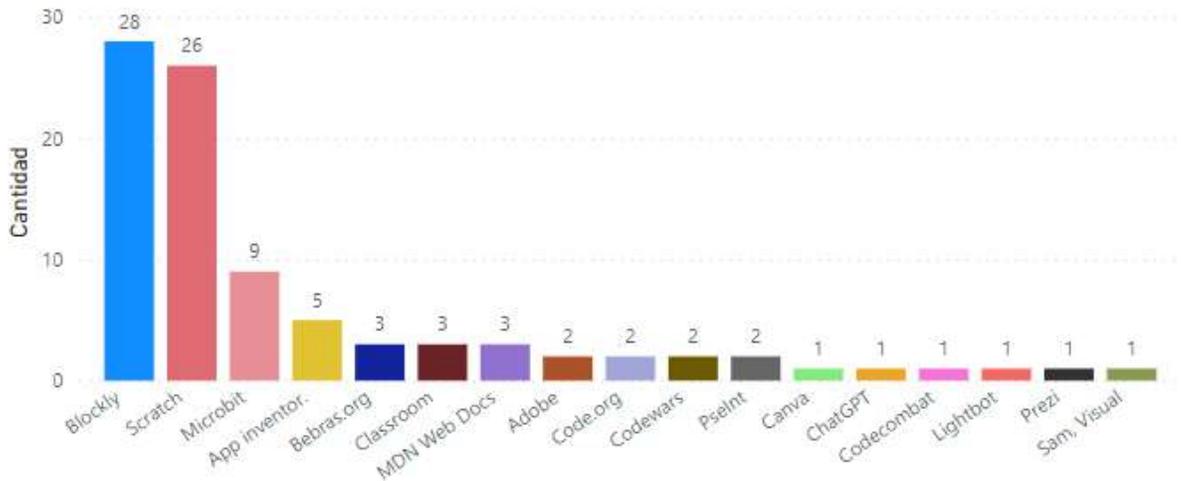
**Figura 12.** Uso de herramientas tecnológicas



**Figura 13.** Recursos o tecnologías de apoyo

## Plataformas tecnológicas

De acuerdo con la Figura 14, las plataformas tecnológicas que más utilizan se orientan al desarrollo de algoritmos y programación visual, con herramientas como Blockly y Scratch. Lo anterior refleja que la programación es el enfoque principal en los contextos de enseñanza y aprendizaje de clases de informática, lo cual puede llevar implícitas las habilidades propias del pensamiento computacional.



**Figura 14.** Plataformas tecnológicas de apoyo

En resumen, todos los conceptos de pensamiento computacional son abordados en el aula de clase, para lo cual hacen uso de herramientas tecnológicas, principalmente el computador, para apoyarse en diferentes plataformas digitales que aportan a la metodología de enseñanza, principalmente en el diseño algorítmico. Además, se observó que los instrumentos utilizados dentro de las metodologías de enseñanza son variados, por lo cual no es concluyente mencionar alguno que sobresalga respecto a otros.

## **CAPÍTULO 5 DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

En este capítulo se presentará la descripción de la propuesta de estrategia gamificada en cuestión, orientada a promover la motivación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje de pensamiento computacional. Se describen los fundamentos de la propuesta, así como los componentes con su respectiva descripción.

### **5.1. FUNDAMENTOS DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA**

Para la planeación de la estrategia se tomó como referencia el análisis de los artículos obtenidos en la RSL, específicamente los que hayan ejecutado la propuesta de solución orientada al Pensamiento Computacional, teniendo en cuenta que varios de ellos reportaron pruebas de usabilidad [70] o llegaron hasta el prototipado [96].

Por ejemplo, en México se desarrolla una estrategia que busca motivar y aumentar la confianza de estudiantes próximos a ingresar a la universidad, en sus procesos de resolución de problemas y afianzamiento de conceptos de Pensamiento Computacional en general [68]. Para lo anterior, se apoyan en contenido desconectado, es decir, sin el uso de dispositivos tecnológicos. Específicamente, utilizan el material didáctico creado por Benjamin Chun [97], adaptado en forma de rompecabezas, para que los interesados los armen y saquen conclusiones a partir de los escenarios planteados en ellos. También utilizan material del UK Bebras *Computational Thinking Challenge* [98], que ayuda a la práctica de resolución de problemas. Al final, las evaluaciones de la estrategia se basan en indicadores que surgen de la observación directa de los encargados o tiempos de finalización de las actividades.

Por otro lado, en Israel se evalúa la motivación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje de Pensamiento Computacional a través del concepto de micro persistencia, en un contexto de juegos [69]. Su estrategia consiste en utilizar la

plataforma CodeMonkey para validar la relación entre la dificultad de un reto y los reintentos del jugador por completar la misma. Esto tiene de manera implícita elementos de gamificación que se deben tener en cuenta, como las emociones, la progresión, y otros elementos menos abstractos como puntos, recompensas, insignias, avatar, entre otros. Cabe aclarar que estos elementos hacen parte del juego utilizado como herramienta. Al final, se busca concluir acerca de la micro persistencia y la importancia de la gamificación para que un jugador quiera seguir intentando completar retos propuestos para obtener mejores recompensas.

De manera general, todas las estrategias consultadas tienen una estructura similar: teniendo claro el objetivo, esperan obtener unos resultados para su evaluación y análisis. Cabe aclarar que, en varios de ellos, la motivación de los estudiantes surge como resultado implícito de la ejecución de las estrategias; sin embargo, el objetivo principal se orientaba a aumentar las habilidades de Pensamiento Computacional. Por lo anterior, fue común encontrar formas de medir la efectividad de la estrategia mediante pruebas pre-test y post-test [72], [81], [84], [86] sobre conocimientos específicos.

En resumen, las estrategias investigadas cuentan con un componente de gamificación, una metodología de ejecución, que en la mayoría de los casos incluye la población objetivo, los recursos y toda la disposición logística de la estrategia, un contenido definido y una evaluación orientada a validar el objetivo de la aplicación de la estrategia. A pesar de no encontrar en la mayoría de los artículos un diagnóstico previo a la ejecución de la estrategia, surge implícita la necesidad de conocer los contenidos temáticos que los involucrados están trabajando en el aula. Esto, con el fin de alinear la dinámica de la estrategia con el diseño curricular del curso, y que no se tome el experimento como un paréntesis en su proceso de aprendizaje, sino como un complemento al mismo. Adicionalmente, es importante notar que todos los artículos tienen un enfoque a habilidades de Pensamiento

Computacional, pero no necesariamente abarcan todas las que son teóricamente aceptadas.

Teniendo en cuenta las características de los frameworks investigados y presentados en capítulos anteriores, se decidió utilizar el MDC [52], que no menciona una categoría específica para la estética como en los otros frameworks, que está bastante orientada a los juegos. Esta estrategia no contempla un juego como instrumento de apoyo, sino una herramienta gamificada. Según esto, la elección de los elementos de gamificación se sustentó en la teoría, la caracterización de artículos y la necesidad implícita de la estrategia propuesta.

Como se mencionó en el marco teórico, es importante integrar adecuadamente los elementos de gamificación (todos, o parte de ellos) para generar un entorno gamificado efectivo. Partiendo de Werbach [52], de acuerdo con el análisis de múltiples entornos gamificados analizados, se identificó que la mayoría de ellos tenían en común tres elementos: Puntos, Insignias y Tablas de clasificación (PBL por sus siglas en inglés). Lo anterior da cuenta de que la estrategia a proponer contará con dichos elementos.

Dentro de la RSL realizada, se encontraron elementos de gamificación aplicados a cada documento analizado. En la Tabla 7 se muestra el detalle de los resultados obtenidos, de acuerdo con su contenido e interpretación.

**Tabla 7.** Elementos de gamificación por artículo

	# Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
<b>Elementos de gamificación</b>	Puntos		X				X			X	X		X		X	X	X		X	X		X			
	Niveles		X	X	X		X			X	X		X		X	X	X							X	
	Tabla de clasificación										X														
	Insignias		X								X		X			X									
	Avatars		X	X	X	X			X	X									X						
	Recompensas		X	X						X						X					X				
	Logros									X	X		X												
	Progresión		X	X	X					X			X			X									
	Competencia							X	X			X			X				X	X			X		
	Retroalimentación	X		X							X				X			X				X		X	
	Interacción	X				X		X	X						X				X	X					
	Adquisición de recursos			X					X	X								X			X				
	Misiones				X				X										X		X				
	Cooperación								X			X		X							X	X			
	Turnos								X			X													
	Desafíos	X	X		X		X			X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X		X
	Narrativa			X	X					X								X			X				
	Transacciones			X						X								X							
	Bienes virtuales			X						X															
	Azar									X															
	Desbloqueo de contenido									X			X					X							
	Restricciones											X	X						X						

Según los resultados presentados en la tabla anterior, se puede concluir que en la estrategia puede contemplarse el uso de elementos de gamificación como los niveles, avatares, insignias, recompensas, progresión, competencia, retroalimentación y desafíos, dada su amplia utilización en los artículos consultados. Sin embargo, esto no excluye el uso de otros elementos, que serán analizados más adelante para su posible uso.

## 5.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROPUESTA

La estrategia propuesta está compuesta por 4 componentes principales: diagnóstico, curricular, didáctico y evaluación, que se relacionan de manera secuencial en su diseño y planteamiento. Además, el componente didáctico cuenta con dos subcomponentes: gamificado y operativo. En la Figura 15 se presentan los componentes mencionados anteriormente y su organización.



**Figura 15.** Componentes de la estrategia propuesta

## 5.3. COMPONENTES DE LA ESTRATEGIA

### 5.3.1. DIAGNÓSTICO

El enfoque de la estrategia se basa principalmente en la motivación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje de pensamiento computacional, sin embargo, cuando se inicie su aplicación será importante conocer el panorama respecto a los conocimientos previos de los estudiantes, y el nivel de conocimientos actual que tienen. Se debe precisar que, con el uso de la estrategia en diferentes grupos de estudiantes, el nivel de habilidades puede variar, por lo cual, el docente tiene la potestad de analizar la dificultad de los retos planteados como instrumentos de la estrategia, para modificarlos según considere necesario, de forma que la adquisición del conocimiento de los estudiantes sea progresiva.

Se propone que el instrumento sea de libre elección por parte del docente a cargo, quien podrá analizar los resultados y tomar las decisiones adecuadas para la

aplicación de la estrategia, partiendo, por ejemplo, de la duración estimada de la actividad y los retos a elegir.

### **5.3.2. CURRICULAR**

Como se ha mencionado anteriormente, el concepto de Pensamiento Computacional define habilidades claras que deberían desarrollarse en cada estudiante, independientemente del camino profesional a seguir; sin embargo, el concepto no ha sido adaptado específicamente en el currículo académico de muchos países, entre ellos Colombia. Actualmente, no existe un lineamiento que indique contenidos, temáticas, intensidades horarias u objetivos de aprendizaje asociados a habilidades específicas de Pensamiento Computacional. Por lo anterior, su desarrollo dependerá de la voluntad del docente para impartir conocimientos que se adapten a esta temática.

Dada esta falta de criterios comunes de referencia para la enseñanza de pensamiento computacional, para la presente propuesta se define que la base curricular girará en torno a los conceptos de abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones y pensamiento algorítmico.

Para justificar la definición de los conceptos anteriores, y buscando afirmar su pertinencia en la enseñanza de pensamiento computacional en la educación secundaria, se diseñaron objetivos de aprendizaje específicos para cada habilidad a desarrollar, que indican lo que el estudiante debería lograr o ser capaz de hacer después de ejecutar el piloto de la estrategia, teniendo en cuenta las proporciones de tiempo y práctica. Estos objetivos se presentan en la Tabla 8, y aplicarán para cada reto que incluya la práctica de cada una de las habilidades definidas en los retos:

**Tabla 8.** Objetivos de aprendizaje

<b>Habilidad</b>	<b>Objetivo de aprendizaje</b>
Abstracción	Resolver problemas de manera simplificada, identificando fácilmente las partes fundamentales e irrelevantes de un problema, objeto, sistema o situación
Descomposición	Comprender la importancia de abordar un problema específico dividiéndolo en partes más simples, para lograr una solución más rápida y efectiva, siendo posible aplicarlo a cualquier situación que pueda enfrentar en la vida real.
Reconocimiento de patrones	Al analizar, identificar y agrupar características y comportamientos similares dentro de un mismo contexto, orientado a objetos, cosas o problemas en general, para poder plantear soluciones generales, con base en las agrupaciones dispuestas.
Diseño algorítmico	Comprender los elementos básicos a tener en cuenta para la construcción de algoritmos simples y secuenciales, que puedan ser una herramienta para resolver de manera eficiente diferentes problemas.

### **5.3.3. DIDÁCTICO**

Para la ejecución de la estrategia, y buscando incluir de manera adecuada herramientas que permitan trabajar sobre el contenido temático descrito en el componente curricular, se optó por utilizar material didáctico de Bebras. Específicamente, esta organización propone niveles de dificultad fácil, medio y difícil para rangos de edades de 5 a 8 años (Pre-primaria), 8 a 10 años (Primaria), 11 y 12 años (Benjamines), 13 y 14 años (Cadetes), 15 y 16 años (Juniors) y 17 a 19 años (Seniors).

Anualmente, Bebras programa *Workshops* a nivel mundial, donde los países miembros deben proponer nuevos retos o tareas con un objetivo claro y temática específica que permita, posteriormente, su aplicación dentro de aulas de clase. Para Bebras, una tarea consiste en un reto que dirija a los estudiantes a pensar en informática. Estas tareas deben ser creativas y atractivas. Cuando un país miembro propone un nuevo reto, siempre recibirá retroalimentación de otros miembros de la organización, con el objetivo de perfeccionar cada reto y que su calidad sea la máxima posible. Específicamente, se sugiere que cada tarea represente conceptos informáticos, sea fácilmente comprensible, pueda resolverse en 3 minutos, sea corto (presentable en una misma pantalla), sea independiente de sistemas específicos y solucionable en el computador sin usar software alternativo o papel y lápiz.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de Bebras incluye promover el pensamiento computacional, conocimiento que, a su criterio, incluye abstracción, descomposición, pensamiento algorítmico, evaluación y reconocimiento de patrones. Se puede acceder al repositorio de retos anuales, desde 2013. Sin embargo, para esta investigación se revisaron los retos propuestos más recientes, es decir, del año 2022. En total, son 113 tareas propuestas que se revisaron una por una para verificar su pertinencia en la aplicación de la estrategia.

Es importante mencionar que, a pesar de que cada tarea pasa por una revisión por parte de la organización antes de ser publicada, varias ellas no cuentan con su información completa; por ejemplo, algunas no mencionan qué habilidades de pensamiento computacional se promueven con la realización de la tarea. Por lo anterior, fue necesario analizar varias tareas para deducir la(s) habilidad(es) trabajada(s). De las 113 tareas, se descartaron 54, porque las edades propuestas no se adaptaban al rango propuesto en este trabajo (14 a 16 años aproximadamente). La tabulación de las 59 tareas o retos restantes se presentan en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Tabulación de retos filtrados, por nivel de dificultad y edad

	<b>Dificultad</b>			
<b>Edades</b>	<b>Fácil</b>	<b>Medio</b>	<b>Difícil</b>	<b>Total</b>
<b>12-14</b>	17	5		22
<b>14-16</b>	17	14	6	39
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>59</b>

Se debe aclarar que cada reto no necesariamente cubre una sola habilidad de pensamiento computacional. Sin embargo, como se dijo anteriormente, no todos indican las habilidades propuestas durante su realización. En consecuencia, para seguir refinando el material de Bebras, se optó por excluir los retos que indicaran su pertinencia en sólo una habilidad, ya que se busca que un mismo reto pueda cubrir múltiples habilidades, por temas prácticos. A raíz de esto, resultaron 31 retos que fueron analizados para distribuir las cuatro habilidades incluidas en la estrategia, con niveles de dificultad acordes y que fueran interesantes para el estudiante.

En la Figura 16 se presenta como ejemplo la descripción de un reto propuesto en Bebras 2022, aclarando que todos los retos son publicados en inglés, por lo cual fue necesaria la traducción de cada uno.

**Nivel:** Fácil

**Edad:** 10-12 años

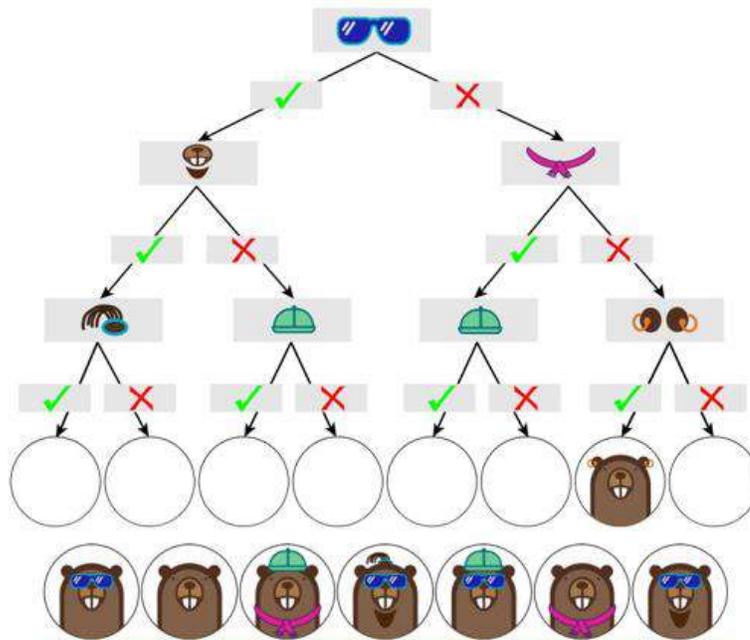
**Tipo de respuesta:** Interactivo (Arrastrar y soltar)

**Habilidad:** Abstracción

**Código:** 2022-AU-02

**Nombre:** Recordando caras

**Descripción:** Están por llegar nuevos compañeros de clase al salón. Los niños tienen 8 imágenes para identificarlos. Por favor, coloque las imágenes restantes en el lugar correcto, de acuerdo al flujo presentado.



**Figura 16.** Ejemplo de reto de Bebras. Adaptado de [64]

Los retos están propuestos netamente por escrito, no existe una plataforma propia de Bebras en la cual se puedan encontrar los ejercicios de manera interactiva, más allá de iniciativas que puedan surgir en países específicos. Sin embargo, la interactividad es una forma de respuesta sugerida por los autores de retos específicos, sin ser una obligatoriedad. Dicha característica puede presentarse de diferentes formas, entre ellas, arrastrando y soltando elementos, o cualquier otro mecanismo que implique movimientos por parte del estudiante con elementos que aparezcan en pantalla. Otros tipos de respuesta propuestos son: Respuesta única

(campo de texto), selección múltiple (con o sin imágenes) o clic en objeto (las opciones son objetos a seleccionar).

De los 31 ejercicios que surgieron, y con el ánimo de poder diseñarlos de manera interactiva, se eligieron 9 ejercicios finales, buscando, igualmente, una distribución equitativa entre los niveles de dificultad y las habilidades de pensamiento computacional propuestas. Dichos ejercicios se listan en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Retos seleccionados para su uso en la estrategia. Tomado de [64]

#	Dificultad	Habilidades	Código Bebras
1	Fácil	Rec. de patrones y abstracción	2022-BR-05
2	Fácil	Rec. de patrones y pens. algorítmico	2022-CZ-04a
3	Fácil	Abstracción y descomposición	2022-JP-03
4	Fácil	Descomposición y abstracción	2022-ID-02-eng
5	Medio	Abstracción y descomposición	2022-BE-02
6	Medio	Descomposición y pens. algorítmico	2022-CA-04
7	Difícil	Pens. algorítmico y abstracción	2022-AT-04
8	Difícil	Abstracción y rec. de patrones	2022-UA-03c
9	Difícil	Pens. algorítmico y abstracción	2022-UZ-03

### **Gamificado**

Basados en el análisis de elementos de gamificación de los trabajos priorizados en la RSL y, de acuerdo con las necesidades particulares, se eligen los siguientes elementos de gamificación, que aportarán a la motivación de los estudiantes dentro del entorno de práctica. Como se dijo anteriormente, la razón principal para utilizar estos elementos es la evidencia de uso en otras estrategias aplicadas, además de la teoría que sustenta su efectividad (PBL), y otros necesarios para la estrategia propuesta como tal.

## Dinámicas

- **Progresión:** Cada participante encontrará una serie de módulos que dividen el contenido, de acuerdo con su dificultad. Estos módulos contarán con un indicador de progreso, que refleja los retos que ha terminado, versus los que le faltan por terminar. La progresión en un entorno gamificado se asocia con la sensación de crecimiento y desarrollo por parte del participante.
- **Restricciones:** Dentro del curso y su configuración, cada participante debe avanzar en los retos de manera secuencial, por lo tanto, se restringirán tareas superiores hasta tanto no se terminen las tareas anteriores a la misma.
- **Interacciones:** Los retos propuestos serán interactivos, lo cual requerirá acciones específicas del estudiante para lograr el objetivo de cada uno. Además, para garantizar la noción de progreso en su actividad, tendrá que explorar diferentes sitios para recibir recompensas acordes a los logros.

## Mecánicas

- **Retroalimentación:** Al realizar un intento en una tarea, el estudiante obtendrá una puntuación que depende de la validación de la respuesta realizada. En cualquier caso, siempre obtendrá un mensaje de retroalimentación que incluirá contenido teórico asociado a la habilidad que se está abordando, además de comentarios clave para resolver el reto en cuestión. Este contenido es diferente para cada opción de respuesta, haciendo que el estudiante pueda obtener mejores pistas de la solución.
- **Recompensas:** El entorno permitirá otorgar a cada participante una serie de recompensas por acciones realizadas dentro del curso, eso incluye, visualizar un reto, realizar un intento, entre otros. Las recompensas se traducen en puntos.
- **Competencia:** La orientación del curso permitirá estimular la competencia entre los participantes, motivándolos a responder correctamente para estar por encima de los demás en la clasificación.

- **Estados ganadores:** Terminar el último reto del último módulo significa que el estudiante completó exitosamente todo el curso, lo cual se define como el estado ganador de este contexto. También, a lo largo de los retos se encontrarán algunos que requieran una cantidad de puntuación mínima para aprobarlo, lo cual permitirá que un estudiante pueda aprobar (ganar) o reprobar (perder) el reto. Esto no significa que el estudiante no pueda intentar nuevamente el reto perdido; de hecho, los reintentos se analizan como una señal de compromiso por parte del estudiante para lograr lo que se le ha propuesto.
- **Desafíos:** Cada tarea propuesta en el curso se interpreta como un desafío, ya que requiere cierto nivel de esfuerzo para resolverse correctamente.

### Componentes

- **Niveles:** Para este contexto, un nivel será determinado por la acumulación de puntos específicos, que serán obtenidos mediante la interacción con el curso y la respuesta correcta de cada tarea propuesta. Serán 10 niveles los que se pueden alcanzar.
- **Puntos:** Son la forma de representar el progreso del estudiante dentro del entorno gamificado: entre más puntos tenga, mayor será su avance.
- **Insignias:** Son las representaciones visuales que obtendrán los estudiantes por alcanzar ciertos logros dentro del curso, por ejemplo, finalizar un módulo específico, o llegar a una cantidad de puntos determinada.
- **Tabla de clasificación:** Es la forma de ordenar visualmente el progreso de cada estudiante, de mayor a menor. Siempre será una motivación para cada uno poderse ver en la parte alta de la tabla, la cual estará visible para todos, en tiempo real.
- **Avatares:** Cada estudiante podrá personalizar su Avatar o personaje, previa validación del docente. Esta será su representación dentro del entorno virtual.

- **Desbloqueo de contenido:** Este componente va de la mano de la dinámica de restricciones, ya que, a medida que el estudiante complete las tareas propuestas, podrá desbloquear niveles superiores que le otorgarán más puntos, y mejorará su progresión.

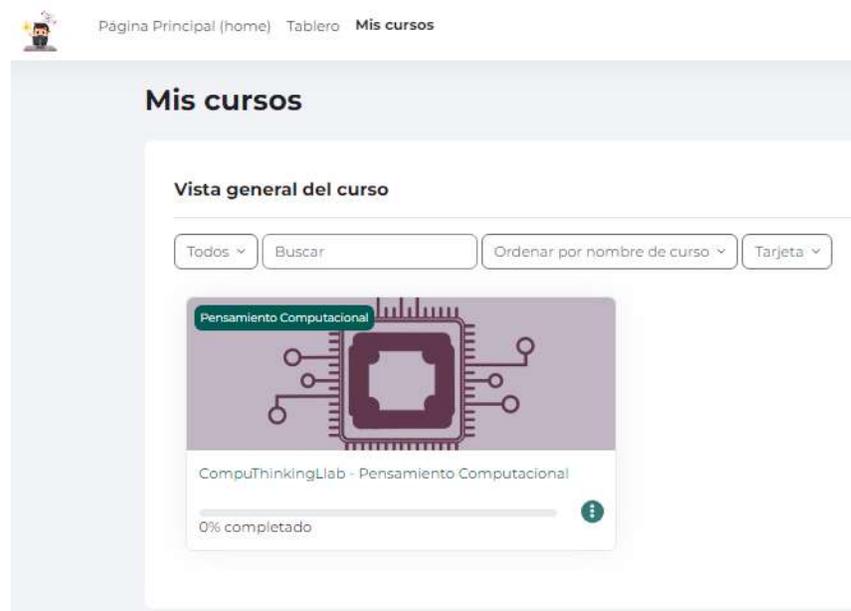
## **Operativo**

Para integrar todos los componentes en un único ambiente, y buscando una alternativa que permita el manejo adecuado de los datos a recopilar, sumado a las condiciones de uso del material Bebras, se decidió utilizar un Sistema de Gestión de Aprendizaje, específicamente, Moodle en su versión 4.2. Su principal ventaja es la flexibilidad para configurar contenido en cursos virtuales, brindando funcionalidades de interacción, enseñanza, evaluación, práctica y seguimiento de procesos educativos, entre muchos otros.

Con Moodle, se creará un curso que contenga los módulos temáticos definidos en el componente curricular, con las tareas propuestas en un orden de dificultad incremental. La gestión del curso estará a cargo del docente, y cada estudiante tendrá un usuario matriculado en el mismo. El curso estará configurado con métodos de calificación específicos, que permitan llevar a cabo el uso de los elementos de gamificación mencionados anteriormente.

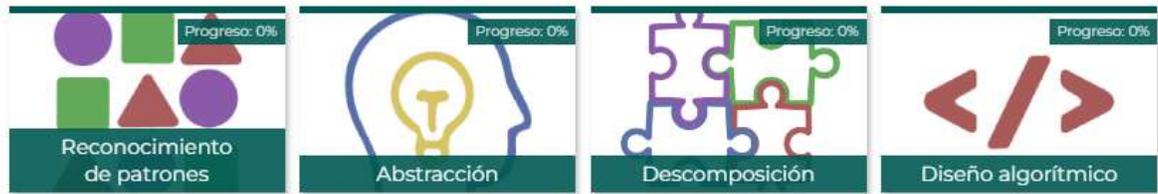
El entorno de Moodle es de código abierto, bajo licencia GNU, lo cual permite su libre personalización. A raíz de esto, se cuenta con una amplia variedad de extensiones para diferentes funcionalidades, entre ellas, la gamificación. Para el curso que se creará, se usará la extensión ¡Level Up!, la cual permite personalizar todos los elementos de gamificación disponibles. Es necesario aclarar que Moodle incorpora por defecto varios de estos elementos, como la restricción de acceso y la retroalimentación.

Se propone que el uso de la herramienta no sea de libre uso del estudiante. La idea es que sea de utilidad en un entorno de clase, siempre bajo la supervisión docente para un correcto seguimiento académico. Al acceder, se encontrará un curso relacionado con Pensamiento Computacional, que le indicará siempre al estudiante su progreso, es decir, cuánto ha completado en términos porcentuales. Esto es uno de los elementos de gamificación involucrados. En la Figura 17 se presenta la interfaz de acceso al curso de la herramienta.



**Figura 17.** Vista general de acceso a la herramienta

Al acceder al curso, el estudiante encontrará 4 categorías principales que se refieren a las habilidades de pensamiento computacional tratadas en el curso, como se presenta en la Figura 18.

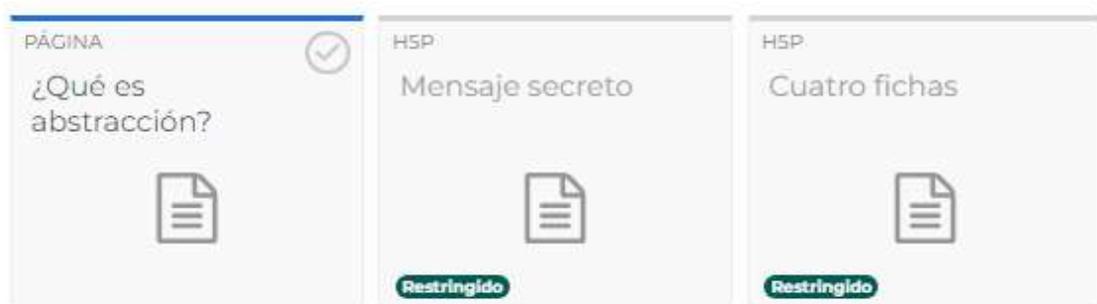


**Figura 18.** Categorías de pensamiento computacional en la plataforma

Adicionalmente, algunas páginas de lectura e información son añadidas con el ánimo de darle un mejor contexto al estudiante. Estas páginas incluyen orientación en el manejo de la plataforma y definiciones de cada uno de los conceptos.

La restricción a la que se someten los estudiantes es que, para poder realizar retos de una categoría específica, deben primero leer la definición de esa categoría o habilidad. La visualización de esta situación se presenta en la Figura 19. Cabe resaltar que también se proponen ejemplos en cada categoría, algunos interactivos, pero con la diferencia que los estudiantes pueden ver la solución del ejercicio y su explicación.

## Abstracción

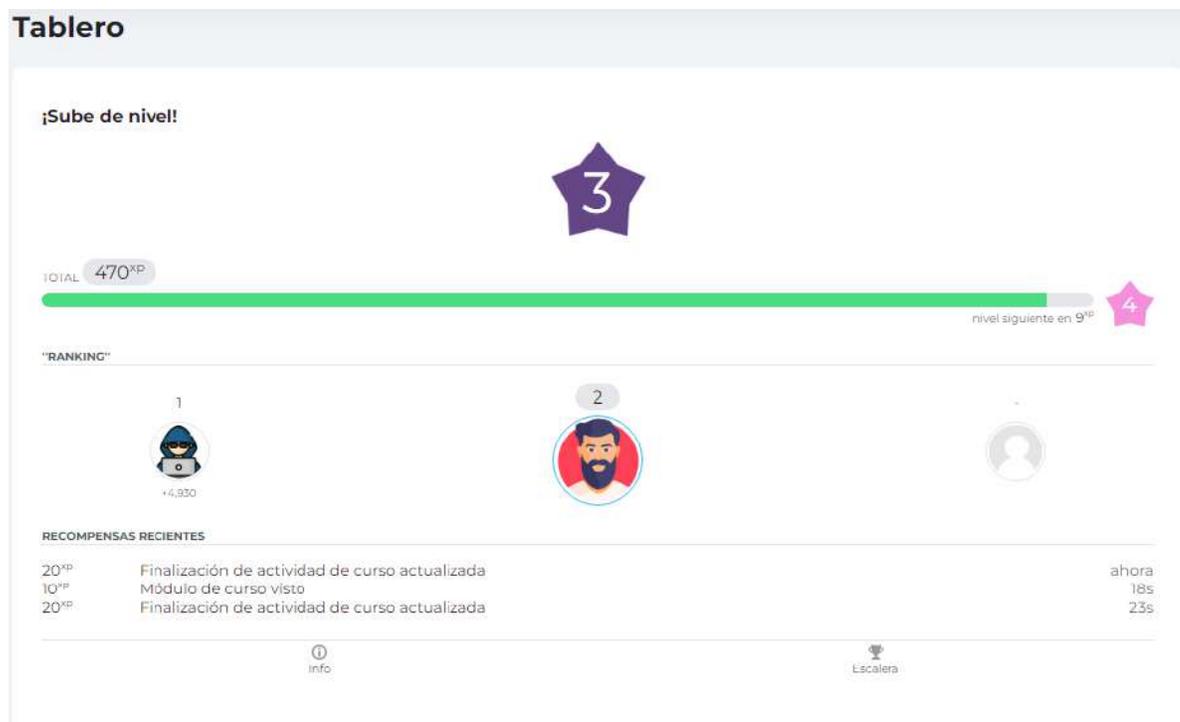


**Figura 19.** Ejemplo de contenido de una categoría en la plataforma

Pensar en restringir retos por nivel de dificultad podría limitar la motivación de un estudiante si se encuentra con un ejercicio que no puede resolver, lo cual incrementaría también su frustración. Por esto, también se da libertad para que el

estudiante explore y resuelva los retos con total libertad de orden. Aunque no existe una directriz que indique el orden en el que deberían trabajarse las habilidades, se podría interpretar que el diseño algorítmico abarca tanto descomposición como abstracción y reconocimiento de patrones, pero es perfectamente válido entrenarlas por separado y sin un orden específico. Por esto tampoco hay restricciones de acceso a los retos por categoría.

Los puntos se obtienen por acciones dentro de la plataforma, entre ellas, realizar lecturas y responder o intentar responder a retos. El estudiante podrá visualizar su avance en una tabla de clasificación que lo compara con otros estudiantes, fomentando la competencia entre ellos, así como conocer cuáles de sus acciones fueron recompensadas recientemente. También, los puntos sirven para avanzar de nivel, por lo cual el estudiante podrá ver su progreso entre niveles y cuántos puntos le faltan para pasar al siguiente. Todo lo anterior se representa en la Figura 20.



**Figura 20.** Tablero de seguimiento de gamificación por estudiante

Al pasar de nivel, el estudiante podrá ver un mensaje como el mostrado en la Figura 21.



**Figura 21.** Mensaje por paso de nivel

También, el estudiante podrá recibir insignias, las cuales hacen parte del sistema de gamificación de la plataforma, por completar exitosamente cada reto por separado, por leer todas las páginas informativas, y por completar el 100% del curso. Obtener insignias también otorga puntos al estudiante, como una manera de incentivar la lectura (que no es extensa) y exploración. Algunos ejemplos de insignias se presentan en la Figura 22.



**Figura 22.** Insignias de referencia de la plataforma

En resumen, la plataforma cuenta con 6 lecturas cortas introductorias al pensamiento computacional y uso de la herramienta, así como 8 ejemplos (2 de cada concepto o habilidad) y 9 retos para los estudiantes, los cuales se describen en el Anexo 2.

#### **5.3.4. EVALUACIÓN**

A pesar de proponer una estrategia orientada a la medición de la motivación, es importante poder contar con herramientas que concluyan el nivel de desempeño de los estudiantes dentro de las actividades desarrolladas, principalmente por tratarse de una estrategia de enseñanza y aprendizaje.

En estrategias tradicionales que se orientan a la medición del desempeño de los estudiantes, es común encontrar evaluaciones de diagnóstico y evaluación final de aprendizaje, que se comparan entre sí como un pre-test y post-test, respectivamente, para analizar si después de las actividades desarrolladas, el desempeño de los estudiantes incrementó o no. Sin embargo, para la estrategia propuesta, y apoyándose de las herramientas disponibles, se puede analizar la interacción de los estudiantes con la plataforma web para verificar su desempeño. Esto significa que lo anterior se podrá valorar a partir del seguimiento del estado de finalización de los retos propuestos a los estudiantes.

Principalmente, se asume que la finalización de los retos implicará un adecuado nivel de desempeño de los estudiantes, teniendo en cuenta que los retos a resolver se adaptan a sus características puntuales para exigir el máximo nivel de concentración y demostración de habilidades. Lo anterior se puede validar fácilmente en el entorno de Moodle, mediante el seguimiento de “Calificaciones” del curso en cuestión.

Por otro lado, continuando con el uso de las propiedades de la plataforma a utilizar, es posible revisar la trazabilidad del desempeño de los estudiantes en cada reto, mediante la visualización de los reintentos que hace cada uno para poder completarlos exitosamente. Esto, como lo indica Hershkovitz [69], que estudia la motivación a través de la micro persistencia de los estudiantes, refleja su intención de completar totalmente cada reto propuesto. El autor menciona que, en situaciones

donde un estudiante requiera un “puntaje mínimo” para aprobar una actividad específica, se puede observar la motivación si intentan hacer algo más que obtener el puntaje aprobatorio, buscando la mayor puntuación posible.

Los reintentos y el puntaje para aprobar cada reto (o completarlo exitosamente) están directamente relacionados en esta estrategia, pues un intento puede mostrar en fracciones matemáticas qué tanto se acercó el estudiante a la respuesta correcta, y es elección de cada estudiante si decide reintentar o queda a gusto con el puntaje obtenido, De acuerdo con su motivación frente a la actividad, y sujeto a las consecuencias que la gamificación del entorno aplique.

## **CAPÍTULO 6      VALIDACIÓN**

En este capítulo se presenta la validación realizada para probar la estrategia propuesta, mediante un piloto que consistió en desarrollar la estrategia en una institución educativa específica. Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos después de dicha ejecución.

### **6.1. CASO DE ESTUDIO**

El caso de estudio se realizó en la Institución Educativa San Juan Bautista de la Salle, ubicada en el barrio Manrique, de la ciudad de Medellín. Es un colegio referente en su contexto, que cuenta con 4 jornadas académicas y casi 1700 estudiantes, de los cuales 180 cursan el grado 10° y 11°. Esta institución educativa se eligió porque ya se han realizado actividades investigativas con sus docentes y porque cumplía con la disponibilidad de tiempo, espacio y recursos tecnológicos para llevar a cabo la prueba.

Se realizó una reunión previa de contextualización donde se revisaron los ejercicios a proponer con los docentes de media técnica del colegio, para analizar sus apreciaciones al respecto. Sus sugerencias se orientaban más a los aspectos de retroalimentación y el contenido del mismo. Sin embargo, el objetivo era mantener la base de los ejercicios sin modificarse, teniendo en cuenta que son propiedad de entidades internacionales y que podrían acoplarse en otros grupos de estudiantes e instituciones. En esa misma reunión, se acordó con los profesores la importancia de mantener alineados los contenidos temáticos del curso de media técnica respecto a los conceptos de pensamiento computacional que se iban a tratar.

Posteriormente, se determinó el diseño del plan piloto para ejecutar la estrategia. Se tomó la decisión de trabajar con el grupo de media técnica en desarrollo de

software, de grado décimo. En total, fueron 21 estudiantes seleccionados para participar de la prueba, que se planeó con una duración aproximada de 4 horas.

Teniendo los participantes definidos, el siguiente paso consistió en dividir el grupo en dos, procurando que ambos grupos contarán con igual número de hombres y mujeres. Al momento de ejecutar el piloto faltó 1 estudiante, teniendo un total de 20 estudiantes para la prueba. Durante la validación de la estrategia, uno de los grupos estuvo dirigido todo el tiempo por el docente a cargo de la media técnica. Este grupo se llamó Grupo de control (9 estudiantes). Asimismo, el otro grupo se llamó Grupo experimental (11 estudiantes), dirigido por el proponente de esta estrategia.

La validación de la estrategia consistió, principalmente, en que el grupo experimental utilizó el entorno virtual propuesto (Moodle) como herramienta de ejecución de la estrategia para fortalecer sus bases en pensamiento computacional, mientras que el grupo de control asistió a su clase tradicional, con las metodologías de enseñanza y aprendizaje propuestas por su docente habitual, sin hacer uso de la herramienta en Moodle, pero trabajando también los conceptos de pensamiento computacional. En la reunión mencionada anteriormente, se habló con los docentes del colegio sobre la importancia de mantener alineados los conceptos que se iban a trabajar, para garantizar que ambos grupos abordaran los mismos temas, pero con la libertad de uso de herramientas diferentes. Al final, se espera conocer cómo fue la motivación de los estudiantes en ambos grupos (mediante una encuesta al final de la sesión): uno utilizando una herramienta interactiva, dinámica y gamificada; y otro con clase tradicional que puede incluir diapositivas, talleres, consultas, tareas, exposiciones, práctica, entre otras.

El grupo de control realizó su sesión de estudio siguiendo el cronograma y las herramientas que venían trabajando hasta el día del piloto: PSeInt. Son estudiantes que llevan medio año involucrados en temas de software, por lo cual están aprendiendo algoritmos mediante pseudocódigo. En este proceso de aprendizaje el

docente a cargo involucró implícitamente los conceptos de pensamiento computacional para desarrollar la sesión de clase con el grupo de control.

En el grupo experimental, la sesión inició con una contextualización a los estudiantes acerca de lo que se trabajaría. Inicialmente, se realizó una introducción a lo que es Pensamiento Computacional, permitiendo la participación de los estudiantes con sus apreciaciones. Se realizaron ejemplos cotidianos donde se puede utilizar este concepto, y se definieron las habilidades que lo componen. Posteriormente, se realizó una breve descripción del objetivo de la sesión, presentando la plataforma web a la cual se iba a acceder para interactuar. Previo al desarrollo de la sesión, las cuentas de acceso a la plataforma fueron creadas para cada estudiante. La presentación de la plataforma no fue guiada, para garantizar que todos empezaran a realizar los retos al mismo tiempo, por lo cual se decidió, como ejercicio inicial, que el proponente de esta estrategia proyectara el paso a paso para ingresar a la plataforma web, mostrara algunas lecturas y resolviera uno de los ejemplos con el apoyo de los estudiantes para que interiorizaran su funcionamiento.

Se hizo énfasis, principalmente, en que los retos en la plataforma no eran una evaluación de conocimientos de los estudiantes, sino un entorno de práctica en el cual podían desarrollar sus habilidades, equivocándose y aprendiendo de ello. Se les propuso un tiempo promedio de 10 minutos por reto, así como 3 minutos por lectura y 5 minutos por cada ejemplo a revisar. Se aclaró también, que los tiempos son simplemente una sugerencia para que lleven el control de su progreso y que en ningún momento pasa a ser restrictivo. También se mencionó el componente gamificado de la estrategia y se detalló el sistema de puntuación, clasificación, restricción, insignias y premiación para los 3 mejores puntajes de forma individual. Asimismo, se animó a los estudiantes a que crearan su propio Avatar y lo cargaran en la plataforma.

La labor de la persona encargada fue, principalmente, resolver detalles técnicos con el manejo del computador y la conectividad, así como resolver dudas de manejo de la herramienta y comprensión de los retos que pudieran surgir. Es importante recordar que la plataforma web se propone como herramienta de apoyo a la enseñanza, y no de uso libre por parte del estudiante, por lo cual fue necesaria la supervisión docente en todo momento, tal como se indicó en el componente operativo de esta propuesta. Al finalizar el tiempo establecido, tanto el grupo de control como el experimental pasaron a realizar una encuesta de medición de motivación, la cual se describe a continuación, y con la cual se dio cierre al plan piloto.

## **6.2. MEDICIÓN DE LA MOTIVACIÓN**

### **BASE TEÓRICA**

Partiendo de la necesidad de evaluar la motivación de los estudiantes durante su participación en la estrategia, y teniendo en cuenta que en la literatura consultada hay muy poca orientación a la medición de la motivación (ya que se busca más que todo evaluar conocimiento), se consultaron formas de evaluar motivación. Por ejemplo, Hershkovitz [69] mide la motivación de manera empírica, basados en una propuesta orientada a la micro persistencia de actividades. A mayor persistencia para cumplir un reto satisfactoriamente, se asume mayor motivación. Sin embargo, esto no tiene una sustentación de fondo. Por otro lado, Steinmaurer [12] utilizó elementos de medición de motivación tales como la Escala de motivación situacional [99] y la Escala Emocional Informática [100]. Por lo demás, es poca la evidencia que se encuentra en el contexto de esta investigación. Por lo anterior, se evaluaron los siguientes instrumentos utilizados ampliamente en la medición de motivación de las personas.

### **Situational Motivation Scale (SIMS)**

Es un instrumento que permite medir 4 factores motivacionales respecto a una situación específica: motivación intrínseca, regulación identificada, regulación externa y desmotivación [101]. Esta herramienta se orienta a conocer el por qué una persona está participando en una actividad o realizando una labor, respondiendo un cuestionario dirigido a la pregunta ¿Por qué hace actualmente esta actividad?

### ***Computer Emotional Scale (CES)***

Es una escala que permite medir las emociones de los estudiantes mientras aprenden por medio de un computador [100], lo cual implica el manejo de software.

### ***Student Opinion Scale (SOS)***

El propósito del SOS es medir la motivación de los examinados al tomar un examen, generalmente en evaluaciones de bajo riesgo [102] (que no tienen alta incidencia en la nota académica del estudiante)

### ***Instructional Materials Motivation Survey (IMMS)***

Es una escala de medición que se basa en un modelo ARCS (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción) [63]. Fue diseñado para medir las reacciones de los estudiantes ante los materiales ofrecidos para una práctica o actividad específica. Esta escala puede usarse en diferentes perspectivas, por ejemplo, actividades en computadores, cursos autodirigidos en línea, o actividades autodirigidas basadas en hojas impresas.

### ***Intrinsic Motivation Inventory (IMI)***

Es un dispositivo de medición multidimensional destinado a evaluar la experiencia subjetiva de los participantes relacionada con una actividad objetivo en experimentos [103]. Su versión inicial contempla 45 ítems, divididas en 7 subescalas: Interés/disfrute, competencia percibida, esfuerzo/importancia, presión/tensión, elección percibida, valor/utilidad y relación. Sin embargo, también cuenta con adaptaciones a contextos específicos, por ejemplo, para la evaluación de una tarea, que contempla 22 ítems y contempla 4 escalas: interés/disfrute, competencia percibida, elección percibida y presión/tensión.

### **INSTRUMENTOS ADAPTADOS PARA LA MEDICIÓN DE LA MOTIVACIÓN**

Teniendo en cuenta las breves descripciones anteriores, se puede hacer una elección bajo los criterios requeridos para la estrategia, entendiendo que:

- Se busca medir la motivación presente en una actividad específica, que puede convertirse en un curso completo, De acuerdo con la disponibilidad de material didáctico.
- La estrategia contempla el uso de computador y software específico.
- La estrategia no contempla la injerencia docente en la resolución de los retos propuestos, solo en detalles técnicos y de comprensión.

En la Tabla 11 se muestra el resumen de las valoraciones de cada instrumento.

**Tabla 11.** Valoración de características de instrumentos de medición de motivación

<b>Instrumento</b>	<b># ítems</b>	<b>Categorías o subescalas evaluadas</b>	<b>¿Utilizado? - Motivo</b>
<b>SIMS</b>	16	Motivación intrínseca, regulación identificada, regulación externa, desmotivación	Sí. El instrumento se orienta a conocer los aspectos motivacionales por los cuales el estudiante está realizando una actividad específica.

<b>CES</b>	12	Ira, ansiedad, felicidad y tristeza	No. La medición de emociones está fuera del alcance de la estrategia, más allá de que pueda relacionarse con la motivación
<b>SOS</b>	10	Importancia y esfuerzo	Sí. Los retos propuestos en la estrategia pueden asimilarse a un examen de bajo riesgo, que no afecta su promedio académico.
<b>IMMS</b>	36	Atención, relevancia, confianza, satisfacción	Sí. Se puede aplicar a actividades con computadores
<b>IMI</b>	22	Interés, competencia percibida, elección percibida, presión/tensión	Sí. Contiene preguntas orientadas a conocer cómo se siente el estudiante después de realizar una tarea.

Después de analizar los instrumentos consultados, se obtuvieron 4 que podrían ser de utilidad para diseñar un instrumento adaptado a la necesidad de la estrategia, ya que, en el contenido de cada uno, ninguno se adaptaba totalmente a lo que se buscaba conocer. Debido a esto, se tuvieron en cuenta las 84 preguntas/afirmaciones, presentes en los 4 instrumentos de referencia, como material para construir el nuevo instrumento.

Para iniciar, se procuró agrupar las preguntas para el instrumento en dos secciones: que permitiera conocer la motivación de los estudiantes, pero también el desarrollo de la estrategia en general. Adicionalmente, al tratarse de una estrategia que implementa herramientas web, surgió la necesidad de conocer sus apreciaciones respecto a la usabilidad de la misma. En ese orden de ideas, surgieron 3 secciones: Estrategia y desarrollo de la sesión, Retos, y Usabilidad de la plataforma. En este caso, como el grupo de control no manejaba una herramienta web diseñada específicamente para la sesión, se determinó realizar dos instrumentos: Uno con

las primeras dos secciones, para el grupo de control, y otro con las mismas dos secciones, sumando la sección de usabilidad, para el grupo experimental.

Posteriormente, se filtraron las 84 preguntas, teniendo en cuenta que muchas de ellas estaban repetidas entre diferentes instrumentos, aunque estuvieran redactadas de manera diferente. Otras preguntas fueron descartadas porque se salían del alcance de la estrategia propuesta o no generaban valor real a la investigación. En total, se seleccionaron 3 del SIMS, 2 del SOS, 8 del IMMS y 4 del IMI. Durante el proceso de selección, fue necesario adaptar la redacción de algunas preguntas, por ejemplo, cuando se referían a exámenes, cambiando el concepto por reto o actividad. También fue necesario adaptar la escala de respuesta (de 1 a 4), dado que los instrumentos de referencia tenían diferentes modelos de respuesta, además que se espera dar pocas opciones de respuesta para obtener resultados más directos.

En total, fueron 12 preguntas para el grupo de control, y 17 para el grupo experimental. El tiempo de respuesta propuesto fue de aproximadamente 10 minutos. Se intentó mantener un balance entre la cantidad de preguntas y el valor que pudiera generar cada una de ellas, para no saturar a los estudiantes después del esfuerzo de la sesión, pero también para obtener los datos requeridos. El instrumento resultante se puede observar en el Anexo 3.

### **6.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS / HALLAZGOS**

#### **6.3.1. Encuesta de medición de motivación**

Los resultados de la encuesta de medición de motivación, realizada al final de las sesiones de ambos grupos, se resumen en la Tabla 12. Los colores permiten analizar los datos de una forma más visual, entendiendo que el color rojo indica un valor bajo (1) respecto a la respuesta a la pregunta respectiva, mientras que el color verde refleja la mayor calificación posible (4), que es el deseado. Estos son los

valores mínimos y máximos, por lo cual, los demás valores (2 y 3) se representarán con una escala de colores (naranja y amarillo) que los ubique dentro de este rango.

**Tabla 12.** Resultados de la encuesta de medición de motivación

#	Tipo	P1	P3	P4(R)	P5	P6	P9	P12	P2	P7(R)	P8	P10	P11	P13	P14(R)	P17	P15	P16
1	Experimental	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	2	4	3	2
2	Experimental	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4
3	Experimental	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	2	2
4	Experimental	4	4	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	1	4	4	4
5	Experimental	4	3	4	4	4	1	4	4	2	3	4	4	4	3	4	3	3
6	Experimental	3	4	4	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	1	4	4	4
7	Experimental	4	4	4	4	4	1	4	3	3	3	2	3	3	2	4	2	4
8	Experimental	4	4	4	4	4	1	4	4	2	3	3	3	4	1	4	4	4
9	Experimental	4	4	3	4	3	1	3	4	2	4	2	3	4	1	4	4	4
10	Experimental	4	4	3	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
11	Experimental	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	2	3	3	3
12	Control	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13	Control	3	3	2	3	3	3	3	4	2	4	4	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
14	Control	3	2	3	3	4	1	3	3	2	3	3	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
15	Control	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
16	Control	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
17	Control	4	3	4	3	4	2	2	3	3	3	1	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18	Control	4	4	2	4	3	3	4	4	2	4	4	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19	Control	4	4	2	4	4	4	4	4	1	4	4	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
20	Control	3	4	4	4	3	1	4	4	2	4	3	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		Interés			Esfuerzo		Presión	Feedback	Satisfacción	Confianza	Atención	Competencia percibida		Confianza			Atención	
		M. Intrínseca			M. Extrínseca			Ambas motivaciones			Ambas motivaciones							

De acuerdo con las instrucciones de uso de los instrumentos de referencia consultados para la construcción del instrumento adaptado en esta prueba, la valoración de cada ítem consiste en realizar un promedio de los valores obtenidos, generalmente, agrupados por subescalas, para una mayor relación de los datos obtenidos con un concepto específico. Se recomienda esta técnica por encima de la suma tradicional de valores, ya que, aparte de servir más para efectos comparativos, cada subescala o concepto puede contener diferente número de

preguntas, por lo cual los resultados serán más altos cuando existan más preguntas. Además, varios de los instrumentos propuestos, por ejemplo, Keller [63] sugiere utilizar las puntuaciones obtenidas como método de comparación respecto a un grupo de control, tal como se realizará en este caso. También, se debe tener en cuenta que 3 de las preguntas utilizadas en el instrumento son ítems de puntaje inverso, por lo cual el valor de sus respuestas fue restado a 5 para obtener el valor real. Estas son las preguntas P4, P7 y P14, las cuales ya se encuentran modificadas en la Tabla 12.

### **Motivación extrínseca**

El piloto se impulsó mediante una motivación extrínseca evidente en los componentes de gamificación utilizados. El fomento de la motivación extrínseca se visualiza en los elementos de competencia y recompensas, ya que conducen al estudiante a lograr los beneficios implícitos de los mismos, bien sea reconocimiento por parte de sus compañeros, o recompensas tangibles.

Sin embargo, también existen otras formas de medir la motivación extrínseca, mediante comportamientos y conceptos propios de cada uno de los estudiantes durante la ejecución de la prueba, los cuales, para este análisis de resultados, serán interpretados como subescalas o categorías de motivación. De acuerdo con la teoría, la presión percibida por los estudiantes durante la actividad, además del esfuerzo natural invertido en ella y la retroalimentación obtenida en el proceso, permiten visualizar el nivel de este tipo de motivación.

El instrumento adaptado para medir la motivación en los estudiantes (Anexo 3) se ocupa de abordar este tipo de motivación en las preguntas P5, P6, P9 y P12. Los resultados de la encuesta en estas preguntas se presentan en la Tabla 13. Para los datos presentados, el color verde identifica los valores más altos obtenidos en una pregunta específica.

**Tabla 13.** Media y Desviación estándar de preguntas sobre motivación extrínseca

Tipo	Medida	P5	P6	P9	P12	Total
Experimental	Media	3.818	3.727	2.455	3.545	3.386
	Desviación	0.405	0.467	1.293	0.522	0.672
Control	Media	3.444	3.333	2.333	3.222	3.083
	Desviación	0.527	0.707	1.000	0.667	0.725
		Esfuerzo		Presión	Feedback	

De acuerdo con los datos arrojados, se infiere que en el grupo experimental se efectuó un mayor esfuerzo por parte de los estudiantes, pero a la misma vez, sintieron un mayor nivel de presión en la ejecución de las tareas, lo cual puede ser un factor negativo en la motivación. Probablemente, el menor nivel de presión se presentó en el grupo de control debido a que su contenido no se enfocó en actividades de aprendizaje (retos) o trabajos entregables, sino en talleres de clase, que no requerían entrega inmediata.

El esfuerzo se analiza como una relación directamente proporcional a la motivación, ya que, a mayor esfuerzo, mayor motivación por lograr el objetivo propuesto. De igual manera, los resultados presentan una leve diferencia entre los dos grupos, debido a la poca cantidad de estudiantes encuestados. Respecto a la dispersión de los datos, la desviación estándar presenta valores similares para todas las preguntas de este apartado.

La retroalimentación, presente en el entorno gamificado, ayudó a los estudiantes a motivarlos en su proceso de solución de los retos propuestos, lo cual propició una persistencia implícita de ellos para resolver correctamente cada reto. Como dato adicional, se menciona que, durante los comentarios finales de la sesión, varios estudiantes afirmaron que pudieron re orientar la interpretación de algunos retos debido a la retroalimentación inmediata que la plataforma les brindaba, lo cual les permitió resolver correctamente dichos retos. Respecto al grupo de control, la

retroalimentación consistió en resolver dudas cuando los estudiantes quisieran preguntar, situación que puede ocasionar que algún estudiante no llegue a recibir retroalimentación durante toda la sesión.

### Motivación intrínseca

Las preguntas asociadas a esta categoría son las P1, P3 y P4, de las cuales se presentan los resultados en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Media y Desviación estándar de preguntas sobre motivación intrínseca

Tipo	Medida	P1	P3	P4	Total
Experimental	Media	3.909	3.909	3.545	3.788
	Desviación	0.302	0.302	0.522	0.375
Control	Media	3.556	3.333	2.889	3.259
	Desviación	0.527	0.707	0.782	0.672
		Interés			

A diferencia del apartado de motivación extrínseca, en este tipo de motivación se visualizan grandes diferencias en los resultados, manteniéndose el grupo experimental con un mayor nivel de interés respecto al nivel de control. Lo anterior no significa que en el grupo de control no haya interés respecto a las dinámicas realizadas, ya que incluso los resultados son bastante positivos.

Aun así, se observa que, de acuerdo con el contenido de las preguntas en cuestión, se percibió la clase con la estrategia gamificada más agradable, interesante y divertida. Además, la P4 se refiere a qué tan agotadora fue la sesión; esta es una pregunta de puntaje inverso, por lo cual su interpretación indica que, a mayor valor promedio obtenido después del cálculo inverso, menor percepción de que la clase fue agotadora. Esto demuestra que la clase gamificada generó una idea de entretenimiento que permitió mantener a los estudiantes enfocados en la actividad,

sin agotarlos mentalmente, a pesar de proponer retos mentales de diferentes dificultades.

Este resultado se puede interpretar también por el lado del contenido temático: en el grupo de control, la sesión se basó en desarrollar algoritmos en pseudocódigo, lo cual es más desgastante para los estudiantes que apenas están en proceso de aprendizaje de programación. También, se debe precisar que estos estudiantes realizaron la sesión de prueba después de la jornada académica normal, es decir, su agotamiento físico pudo influir en las respuestas.

### **Motivación intrínseca y extrínseca**

Para efectos de esta investigación, la satisfacción, junto con la competencia percibida (que es diferente a la competencia en gamificación, y se refiere a la percepción del estudiante sobre su propia capacidad para realizar una tarea), la confianza, y la atención se consideran parte de la motivación intrínseca, para lo cual las preguntas asociadas a ellas fueron adaptadas (P2, P7, P8, P10, P11).

La intención de clasificar estas preguntas tanto en motivación intrínseca como extrínseca es recordar que ciertos conceptos pueden ser aplicables a ambos tipos, principalmente porque en un entorno de aprendizaje, pueden converger diferentes factores sacados de ellos, por ejemplo, un estudiante puede estar muy motivado intrínsecamente durante la sesión, y aprender eficazmente incluso con objetos extrínsecos, como en este caso. Idealmente, se esperaría que se motiven intrínsecamente durante las actividades, sin desconocer que la motivación extrínseca también es altamente valorada e influyente.

Como se puede observar en la Tabla 15, los valores obtenidos en ambos grupos son bastante similares pregunta por pregunta, pero al promediar de manera general, el grupo experimental sigue arrojando mayores resultados. Sin embargo, en este

conjunto de preguntas se presentan las únicas 2 preguntas donde el resultado en el grupo de control fue mayor que en el experimental, aunque con una diferencia muy baja.

**Tabla 15.** Media y Desviación estándar de preguntas sobre ambos tipos de motivación

Tipo	Medida	P2	P7	P8	P10	P11	Total
Experimental	Media	3.818	2.636	3.545	3.182	3.455	3.327
	Desviación	0.405	0.674	0.522	0.751	0.522	0.575
Control	Media	3.556	2.333	3.556	3.222	3.222	3.178
	Desviación	0.527	0.707	0.527	0.972	0.667	0.680
		Satisfacción	Confianza	Atención	Competencia percibida		

Las preguntas en cuestión se refieren a la satisfacción del estudiante respecto a su desempeño y a la curiosidad despertada en ellos las actividades realizadas en la sesión. No existen grandes hallazgos en este sentido, sin embargo, se puede observar una dispersión mayor de los datos en el grupo de control (P10), debido a respuestas con bajo puntaje en este grupo y distantes del promedio general. Esto se da porque un estudiante respondió no estar para nada satisfecho con su desempeño en la sesión, lo cual se traduce en una baja motivación, debido a que no se sentían competentes respecto al tema tratado.

Esto puede ocurrir por el poco tiempo que llevan trabajando lógica de programación o por las metodologías utilizadas dentro de la sesión para impulsar su aprendizaje y consecución de los objetivos. Esta situación no ocurrió en el grupo experimental, aunque un par de estudiantes estuvieron un poco insatisfechos por su desempeño, que se refleja, principalmente, en la tabla de clasificación presentada en el entorno gamificado, no necesariamente en la respuesta de los retos.

## Entorno web

Al haber utilizado una herramienta web dentro de la ejecución de la prueba piloto, esta tiene una injerencia directa con la motivación de los estudiantes que interactuaron con ella. Como solo estuvo disponible en el grupo de experimental, el conjunto de preguntas P13, P14, P15, P16 y P17 fueron propuestos solo para este grupo. Esta sección buscaba conocer aspectos motivacionales orientados a la confianza generada por la plataforma para el desarrollo de sus labores, y la atención que captaba en los estudiantes dado su diseño, estructura y comportamiento, principalmente porque una herramienta web puede ser motivo de distracción para los estudiantes, desdibujando el objetivo de aprendizaje principal [104]. Los resultados se presentan en la Tabla 16.

**Tabla 16.** Media y Desviación estándar de preguntas sobre uso de la plataforma web

Tipo	Medida	P13	P14	P15	P16	P17	Total
Experimental	Media	3.364	2.091	3.818	3.364	3.455	3.218
	Desviación	0.674	1.044	0.405	0.809	0.820	0.750
		Confianza			Atención		

Los datos obtenidos permiten inferir que, en términos generales, la plataforma web propuesta logró captar la atención de los estudiantes, siendo llamativa y fácil de usar para ellos, manteniendo siempre la motivación activa en pro de conseguir los objetivos propuestos dentro de ella. Sin embargo, un hallazgo importante en cuanto a la estructura propuesta es que, para los estudiantes, había mucha información sugerida para lectura, lo cual dificultaba sus actividades. Esto es un tema que se analizó antes de diseñar la plataforma, y se tuvo en cuenta que los insumos con los cuales se trabaja son propuestos por Bebras, que pasan por varios filtros de validación con expertos para aprobarse y disponerse al público. Por lo anterior, los retos siempre mantuvieron la estructura propuesta por dicha entidad y sólo se modificaron ciertas palabras en algunos casos para adaptar a nuestro contexto. Omitir información podría ocasionar falta de claridad en los retos.

Lo anterior también fue mencionado por algunos estudiantes dentro de los comentarios finales de la sesión, indicando que, aparte de contener bastante texto para leer, en ocasiones se tornaba confuso y no se comprendía adecuadamente. Incluso, fue necesario en ciertas ocasiones hacer una mejor contextualización de varios retos a algunos estudiantes que lo necesitaban. Sin embargo, también afirmaron, de manera general, que la actividad realizada les pareció divertida y entretenida, indicando que este tipo de dinámicas les gusta por la forma en que les proponen los retos y la forma en que pueden aprender.

### **6.3.2. Desempeño**

Como se mencionó anteriormente, a pesar de que la estrategia no busca medir directamente el desempeño de los estudiantes, si resulta necesario analizarlo para efectos académicos, teniendo en cuenta que se está proponiendo una estrategia de enseñanza y aprendizaje. Para aclarar, estos resultados sólo aplican para el grupo experimental, ya que el grupo de control solo se usa para efectos comparativos en los resultados de la encuesta de medición de motivación.

De acuerdo con el componente evaluativo de esta estrategia, se tomó como base los datos recopilados por la herramienta Moodle asociados a la interacción de los estudiantes con la misma durante la sesión. Principalmente, se obtuvieron datos de intentos por cada reto o ejemplo dentro del curso, así como el estado de finalización de todos los componentes de la herramienta y la puntuación dada por el componente gamificado para la tabla de clasificación.

#### **Intentos por reto o ejemplo**

En la Tabla 17 se presenta la tabulación de los datos asociados a la cantidad de intentos realizados por los estudiantes en cada ejemplo o reto. En ella no se reflejan

datos asociados a lecturas o insignias porque no requieren una respuesta. Los colores se pueden interpretar de la misma forma que en la medición de la motivación, con la salvedad que acá, el color rojo indica que no hubo intentos de respuesta en un ejemplo o reto, y los demás colores representarán el número de intentos por cada ejercicio.

**Tabla 17.** Intentos por reto/ejemplo por cada estudiante del grupo experimental

Nombre	E1	E2	R1	R2	E3	E4	R3	R4	E5	E6	R5	R6	E7	E8	R7	R8	R9
Estudiante 1	3	2	1	1	3	3	1	1	1	1	1	6	1	0	1	1	7
Estudiante 2	1	2	1	1	3	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	5	2
Estudiante 3	2	1	3	5	5	1	1	2	11	2	1	14	2	3	12	3	6
Estudiante 4	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	9	3	1	1	1	2
Estudiante 5	3	3	2	1	4	1	1	1	5	2	3	11	1	3	4	1	4
Estudiante 6	2	1	1	1	3	2	1	2	1	1	2	6	3	1	1	2	4
Estudiante 7	6	5	1	6	6	2	3	3	2	5	3	8	2	2	4	4	4
Estudiante 8	1	1	10	2	0	0	1	1	0	0	1	10	0	0	13	5	6
Estudiante 9	2	2	1	2	0	0	1	1	0	0	2	3	0	0	4	4	2
Estudiante 10	1	1	17	4	2	1	1	1	2	4	1	4	2	6	3	2	7
Estudiante 11	1	1	5	3	3	3	2	2	0	0	2	21	0	0	20	1	5

Hay muchos contrastes en cuanto a la forma de respuestas por cada reto, por ejemplo, algunos que realizaron 20 intentos para responder un reto, y al siguiente solo requirieron un intento para resolverlo. Esto puede tener diferentes interpretaciones, por ejemplo, que cada reto tiene un nivel de dificultad relativo a la percepción del estudiante, que puede ser distinto al que se propone en cada reto. Sin embargo, vale la pena anotar que el R6 (reto 6) era una pregunta abierta, lo cual implicaba que los estudiantes tuvieran pocas pistas sobre la respuesta correcta. Situación diferente a la R4, que era un reto de opción múltiple con única respuesta (máximo 5). La relación que se quiere hacer notar es que, en las preguntas de selección múltiple, los estudiantes sólo tenían 5 opciones de respuestas, por lo cual podrían hacer 5 intentos como máximo. Caso distinto ocurre con los retos de respuesta abierta, que tiene, teóricamente, infinitas posibilidades de respuesta. Para reafirmar esta apreciación, se aclara que el R7 también era de respuesta

abierta, e indica un mayor número de intentos realizados. La herramienta también permite hacerle seguimiento a este tipo de situaciones. Por ejemplo, en la Figura 23 se muestra un registro de algunos de los 20 intentos realizados por el estudiante 11 en el R7:

Todos los intentos del usuario				
#	Fecha	Duración	Finalización	Éxito
6	8 de agosto de 2023, 14:50	6 minutos 1 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	8 de agosto de 2023, 14:53	8 minutos 31 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	8 de agosto de 2023, 14:53	8 minutos 39 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	8 de agosto de 2023, 14:53	8 minutos 43 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	8 de agosto de 2023, 14:53	8 minutos 46 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	8 de agosto de 2023, 14:53	8 minutos 48 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	8 de agosto de 2023, 14:53	8 minutos 52 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	8 de agosto de 2023, 14:53	8 minutos 54 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	8 de agosto de 2023, 14:53	8 minutos 56 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	8 de agosto de 2023, 14:53	8 minutos 59 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	8 de agosto de 2023, 14:56	38 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	8 de agosto de 2023, 14:57	1 minutos 45 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	8 de agosto de 2023, 14:59	4 minutos 23 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	8 de agosto de 2023, 15:00	5 minutos 5 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	8 de agosto de 2023, 15:01	5 minutos 58 segundos	<input checked="" type="checkbox"/>	Sí

**Figura 23.** Detalle de los intentos realizados por estudiante

Se puede observar que varios de los intentos realizados fueron deliberadamente, llegando a hacer 8 respuestas en menos de 1 minuto, lo que indica que su respuesta no fue producto de un análisis o interpretación detallada. Este tipo de análisis se puede realizar con cualquier estudiante, en cualquier reto, sin embargo, solo se plantea este como hallazgo por la importancia de determinar qué tan relativo es que un estudiante finalice o no un reto para afirmar que hubo un correcto desempeño. Es un suceso que ya había sido identificado antes de realizar la prueba y se determinó controlarlo con la gamificación, validando que cada uno de estos intentos no fuera motivo de puntuación. No se optó por definir acciones más restrictivas

como bloquear la posibilidad de responder por cierto tiempo, ya que esto podría desmotivar al estudiante o hacerle perder el interés en la actividad. Además, se reafirma nuevamente la idea de que la estrategia busca principalmente motivarlos en su proceso de aprendizaje.

Por otro lado, para interpretar el hecho de que en la mayoría de los retos hubo 1, 2 o 3 intentos, puede notarse gráficamente que en el costado izquierdo de la tabla es donde se encuentran en mayor cantidad estos valores, justamente en los retos iniciales que se plantearon con nivel de dificultad fácil. Además, por comentarios de varios estudiantes al final de la sesión, la retroalimentación que obtenían después de responder incorrectamente un reto, les ayudaba a comprender mejor el problema y por eso podían resolverlo uno o dos intentos después.

Otro resultado evidente es que varios estudiantes optaron por no realizar algunos de los ejemplos propuestos que, aunque no fueran obligatorios, sí tenían influencia en el sistema de puntuación, lo cual fue recordado y aclarado al final de la sesión.

### **Finalización de actividades / curso**

De acuerdo con el análisis y hallazgos referentes a la información de reintentos de los estudiantes, se puede concluir que no necesariamente realizar varios intentos implica completar con éxito una tarea. Por esto, se obtuvieron datos que permitieron resumir, por cada estudiante, cuál contenido fue finalizado exitosamente y cuál no. En la Tabla 18 se muestra, en color verde, el contenido finalizado exitosamente, y en rojo, el contenido no finalizado.

**Tabla 18.** Estado de finalización de todo el contenido disponible en el curso

Nombre	L1	L2	L3	E1	E2	R1	R2	I1	I2	L4	E3	E4	R3	R4	I3	I4	L5	E5	E6	R5	R6	I5	I6	L6	E7	E8	R7	R8	R9	I7	I8	I9	
Estudiante 1																																	
Estudiante 2																																	
Estudiante 3																																	
Estudiante 4																																	
Estudiante 5																																	
Estudiante 6																																	
Estudiante 7																																	
Estudiante 8																																	
Estudiante 9																																	
Estudiante 10																																	
Estudiante 11																																	

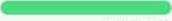
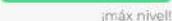
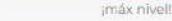
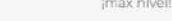
I: Insignia    L: Lectura    R: Reto    E: Ejemplo

El principal hallazgo que se puede obtener de estos resultados es que fue una buena decisión no definir restricciones de progreso a los estudiantes, brindándoles la posibilidad de saltar ejercicios en caso de no poder resolverlos oportunamente, minimizando su frustración y manteniendo su motivación sobre los demás retos. Dentro de los comentarios realizados por los estudiantes al final de la sesión, a manera de retroalimentación de la estrategia, hubo opiniones divididas respecto a la dificultad de los retos: para algunos, los retos iniciales eran más complejos que los finales y para otros al revés. Por esto, haber implementado restricciones por retos o temas podría haber distorsionado el flujo normal de la sesión.

Lo anterior se refiere específicamente a los retos y ejemplos presentados en el curso. Sin embargo, ciertos estudiantes no finalizaron al 100% el curso por no reclamar sus insignias, parte fundamental del componente gamificado, lo cual les afectó su recompensa final. Esto no es un condicionante en su desempeño, solo una observación a la dinámica establecida para motivarlos.

## Gamificación

De acuerdo con la descripción dada en el componente gamificado de la estrategia, se esperaba que, entre más contenido fuera finalizado correctamente, mayor sería la puntuación. En la Figura 24 se presenta la clasificación final, De acuerdo con el desempeño de cada uno, y que servía principalmente para efectos de recompensa y reconocimiento. Los tres primeros estudiantes fueron premiados.

Ranking	Nivel	Participante	Total	Progreso
1	10	 Estudiante 1	7,470 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
2	10	 Estudiante 2	5,640 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
3	10	 Estudiante 3	5,430 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
4	10	 Estudiante 4	5,050 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
5	10	 Estudiante 5	4,850 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
6	10	 Estudiante 6	4,830 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
7	10	 Estudiante 7	4,470 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
8	10	 Estudiante 8	4,430 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
9	10	 Estudiante 9	4,400 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
10	10	 Estudiante 10	4,080 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!
11	10	 Estudiante 11	3,900 <sup>xp</sup>	 ¡máx nivel!

**Figura 24.** Clasificación por puntos de los estudiantes del grupo de control.

Dentro de los hallazgos, se pudo notar que la competencia entre los estudiantes fomenta su participación activa en las actividades propuestas. Fue notoria la disposición de los estudiantes frente a los retos después de comprender que no era una evaluación de desempeño. Más allá de obtener conocimientos con esta prueba corta, los estudiantes dedicaban su empeño en realizar las actividades correctamente para verse en el primer lugar de la tabla de clasificación, atendiendo las condiciones y restricciones planteadas al inicio. Los estudiantes eran

conscientes de que, responder muchas veces seguidas no les iba a otorgar más puntos, y que, por cada respuesta equivocada, el estudiante debía esperar 5 minutos para obtener más puntuación.

Prueba de ello es que el estudiante que quedó primero en la clasificación no fue de los que realizó múltiples intentos deliberados, sino que tuvo una cantidad de intentos aceptable por cada reto. Siempre se fue claro con los estudiantes, recordándoles que no quedaría primero quien respondiera más rápido, sino quien hiciera un uso adecuado de la plataforma con su sistema de puntuación y demás aspectos.

## **CAPÍTULO 7      CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

En este capítulo se presentan las conclusiones del trabajo investigativo realizado, y las sugerencias de trabajo futuro para continuar en próximas investigaciones.

### **7.1. CONCLUSIONES**

Luego de realizar el trabajo investigativo, y haber diseñado una estrategia gamificada para motivar a los estudiantes en el proceso de desarrollo de pensamiento computacional, se puede concluir lo siguiente:

La revisión sistemática de literatura realizada permitió conocer el panorama internacional sobre las estrategias gamificadas que se utilizan en la búsqueda de motivar a los estudiantes, en su proceso de desarrollo de pensamiento computacional. Esta fue la base inicial para el proceso de diseño de la estrategia a proponer. En esta revisión, se encontraron resultados importantes acerca algunos elementos como los materiales utilizados en las estrategias, los componentes de gamificación utilizados, el contenido temático y las herramientas utilizadas durante su ejecución.

Partiendo de la revisión de literatura, se obtuvieron conceptos útiles que sirvieron para acotar el alcance de la estrategia a proponer, los cuales se incorporaron en una encuesta realizada en algunos colegios de la ciudad de Medellín, donde se esperaba ejecutar la propuesta de este trabajo de investigación. Con los resultados del sondeo se logró traer al entorno local todo lo encontrado en la revisión de literatura, por lo que fue posible orientar la estrategia a las condiciones locales, donde se encontró, por ejemplo, que los dispositivos tecnológicos con los que se cuenta, pocas veces van más allá de un computador y un proyector.

La estrategia se diseñó teniendo en cuenta todas las variables analizadas anteriormente, buscando siempre la viabilidad de su ejecución. Se tuvieron en cuenta condiciones locativas, infraestructura tecnológica de colegios, contenidos temáticos en cada nivel de escolaridad y el nivel cognitivo de los estudiantes, acceso a internet, entre otros. Después, se procedió a elegir una institución educativa donde fuera viable ejecutar un piloto de esta estrategia, buscando que contara con las condiciones mínimas para su ejecución, como el acceso a internet y el uso de un computador por cada estudiante.

El uso de material didáctico como Bebras, el cual es de uso libre bajo adecuada referenciación, abre un amplio número de retos que se pueden sistematizar, garantizando que siempre sean actualizados y de calidad. Esto reafirma el hecho de que se pueda construir uno o varios cursos orientados a cualquier cantidad de conceptos de pensamiento computacional, dependiendo de la disponibilidad de tiempo para su ejecución.

En la estrategia propuesta se usó Moodle como herramienta de apoyo didáctica, que puede ser escalada a otras estrategias que se apoyen en tecnología. Esto, junto a material de estudio como el de Bebras, puede generar múltiples estrategias de enseñanza y aprendizaje con enfoques distintos, de acuerdo con necesidades puntuales. Incluso, puede adaptarse a otro tipo de contenidos temáticos.

Es importante tener en cuenta aspectos técnicos a la hora de hacer uso de esta herramienta, principalmente porque se trata de una plataforma web que requiere ciertos recursos. En el piloto realizado, participaron 11 usuarios simultáneamente, lo cual no implicó un alto uso de recursos del servidor. Sin embargo, para realizar este tipo de actividades en mayores proporciones, se necesitará contar con mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento. Además, para instituciones educativas que cuenten con conexión limitada a internet, es importante plantear la alternativa de optar por un servidor local que solo requiera conexión a la red local.

Lo que se ha buscado observar en el piloto es si los estudiantes se pueden motivar intrínsecamente, manteniendo diferentes conceptos y objetos que fomenten la motivación de manera extrínseca, como la gamificación. Se observaron mejores resultados en las encuestas de medición de motivación realizadas en el grupo experimental, lo que sugiere que la estrategia propuesta sirvió para motivar más a los estudiantes partícipes de este, por encima del grupo de control. Sin embargo, es importante poner en discusión las limitaciones que los estudiantes tienen a su corta edad para motivarse intrínsecamente.

Como se mencionó en toda la investigación, el contexto sociocultural es fundamental para obtener mejores resultados, teniendo en cuenta que a su corta edad los estudiantes pueden tener múltiples barreras para mantener un aprendizaje constante y ver en esto un valor agregado para sus vidas: desde situaciones de transporte, alimenticias, y de recursos económicos en general. Por lo anterior, es importante complementar una estrategia de gamificación con estrategias sociales y de apoyo a la cotidianidad, para que los estudiantes puedan estar en el aula de clase orientados netamente a sus labores de aprendizaje

Aunque la estrategia se propuso principalmente para medir y promover la motivación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, gracias al uso de una herramienta web es posible automatizar el seguimiento al desempeño académico de cada de cada estudiante, o de manera general como grupo. El nivel de restricción y dificultad que se quiera asignar puede ser totalmente libre y adaptado para diferentes contextos, dando amplia flexibilidad y personalización de contenidos y evaluación de los mismos.

El ritmo de aprendizaje y las metodologías de interpretación que cada estudiante llevaba en la prueba era totalmente distinto, lo cual puede ser un motivo más para que estrategias motivacionales les brinden libertad a los estudiantes de resolver a su ritmo y bajo sus propias condiciones.

Para los docentes, se propuso una estrategia que puede servir como herramienta de apoyo a la enseñanza que dinamice cada una de sus clases, aportando a la motivación e interés de los estudiantes en el tema y, colateralmente, un desempeño más alto. Esta estrategia permite a los docentes hacer un seguimiento personalizado a cada estudiante y, mediante la gamificación, anima a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, lo cual es un factor por mejorar en la educación escolar actual.

Para los estudiantes, la estrategia propuesta aporta a su proceso de aprendizaje, con retos lógicos que ayuden al desarrollo de su pensamiento computacional de una manera dinámica, divertida y entretenida, buscando aumentar su interés en las mismas. Los estudiantes estuvieron satisfechos con el material suministrado y la dinámica de la sesión realizada, pudiendo visualizarse un interés despertado por la curiosidad de interactuar con la herramienta web facilitada.

La investigación presentada en este trabajo permitió generar artículos a medida que se desarrollaban las diferentes fases. Por ejemplo, se participó en el evento CICOTI 2022 (Congreso Internacional en Computación y Tecnologías de la Información), donde se presentó un artículo que mostraba las técnicas de elicitación de requisitos para la generación de estrategias gamificadas que promuevan el desarrollo de PC, las cuales fueron utilizadas en este trabajo investigativo. Este artículo fue publicado, posteriormente, en la Revista Tecnología Digital [105]. También, se realizó un artículo respecto a un mapeo sistemático de estrategias gamificadas que ayudan a aumentar la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de programación, el cual se presentó en el 16CCC (16° Congreso Colombiano de Computación) y posteriormente fue publicado bajo la editorial Springer [106]

## 7.2. TRABAJO FUTURO

En el caso de estudio que sirvió como validación de la estrategia, no se realizó una evaluación de diagnóstico ni de conocimientos adquiridos porque la duración de la sesión planeada no lo permitía (1 sesión de 4 horas). Sin embargo, se propone que en cursos más extensos se pueda hacer el diagnóstico al inicio y al final del mismo, para tener más insumos que analizar. Además, por ser esta una estrategia orientada principalmente a la motivación, se propone diseñar estrategias que permitan medir el desempeño de los estudiantes, con una trazabilidad adecuada que presente su proceso de aprendizaje.

Los retos Bebras, a pesar de no proponerse directamente como material interactivo, pueden adaptarse de forma que puedan resolverse en su totalidad mediante el computador, facilitando su uso y el seguimiento de desempeño y motivación de los estudiantes durante su proceso de aprendizaje. Aunque son una buena alternativa como herramienta desconectada para uso en un aula de clase, es posible adaptarlos para un curso a mediano plazo, que incluya, en la medida de lo posible, trabajo asincrónico por parte de los estudiantes.

También se sugiere implementar la estrategia en un periodo más largo, que permita generar conclusiones más acertadas del proceso de aprendizaje de los estudiantes, que generalmente es a largo plazo. Lo anterior, implica digitalizar retos (que incluye, por ejemplo, utilizar una redacción adecuada para el fácil entendimiento de los estudiantes, De acuerdo con nuestro contexto local), parametrizar calificaciones y realizar seguimientos más específicos. Para tal fin, es importante conocer la infraestructura tecnológica requerida y la disponibilidad de la misma.

Aunque es un tema más complejo por tratarse de áreas de conocimiento orientadas al ser humano, se propone desarrollar otro tipo de estrategias de aprendizaje enfocadas al aumento de la motivación intrínseca, buscando que los estudiantes

deseen realizar las actividades educativas por convicción e iniciativa propia, sin pensar en factores externos como la nota o recompensas que puedan obtener. Es clara la dificultad existente por la edad de la población objetivo de la estrategia propuesta en esta investigación, pero podría aplicarse de igual manera a entornos universitarios, donde la madurez académica y la responsabilidad establece los estudiantes es mayor. Lo anterior se complementa con la oportunidad de utilizar la estrategia en diferentes niveles educativos de la educación primaria y secundaria, gracias a la variedad de material didáctico disponible.

## Referencias Bibliográficas

- [1] “Empleo y desempleo.” <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo> (accessed Feb. 25, 2022).
- [2] “Estadísticas - Sistemas información.” <https://www.mineducacion.gov.co/sistemasinfo/Informacion-a-la-mano/212400:Estadisticas> (accessed Feb. 25, 2022).
- [3] S. Grover, R. Pea, and S. Cooper, “Remedying misperceptions of computer science among middle school students,” *SIGCSE 2014 - Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pp. 343–348, 2014, doi: 10.1145/2538862.2538934.
- [4] A. V. Maltese and R. H. Tai, “Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among U.S. students,” *Sci Educ*, vol. 95, no. 5, pp. 877–907, 2011, doi: 10.1002/sce.20441.
- [5] D. M. Mohaghegh and M. McCauley, “Computational Thinking: The Skill Set of the 21st Century,” *International journal of computer science and information technologies (IJCSIT)*, vol. 7, no. 3, pp. 1524–1530, 2016, [Online]. Available: <https://unitec.researchbank.ac.nz/handle/10652/3422>
- [6] A. M. Toda, R. M. C. do Carmo, A. P. da Silva, I. I. Bittencourt, and S. Isotani, “An approach for planning and deploying gamification concepts with social networks within educational contexts,” *Int J Inf Manage*, vol. 46, pp. 294–303, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2018.10.001.
- [7] B. Díaz-Lauzurica and D. Moreno-Salinas, “Computational thinking and robotics: A teaching experience in compulsory secondary education with students with high degree of apathy and demotivation,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 18. 2019. doi: 10.3390/su11185109.
- [8] S.-C. Kong and H. Abelson, *Computational Thinking Education*. 2019.

- [9] “Orientaciones Curriculares de Tecnología e Informática | Colombia Aprende.” <https://www.colombiaprende.edu.co/contenidos/coleccion/orientaciones-curriculares-de-tecnologia-e-informatica> (accessed Sep. 13, 2023).
- [10] L. Cu Hao, M. B. Delantar, and G. J. Tan, “C++ adventure: A mixed methods pilot study on digital game-based learning of coding and effect on motivation,” *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 100–106, 2021, doi: 10.1145/3456146.3456162.
- [11] C. C. Chase, L. J. Malkiewich, A. Lee, S. Slater, A. Choi, and C. Xing, “Can typical game features have unintended consequences? A study of players’ learning and reactions to challenge and failure in an educational programming game,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 52, no. 1, pp. 57–74, 2021, doi: 10.1111/bjet.13021.
- [12] A. Steinmaurer, J. Pirker, and C. Gütl, “sCool - Game Based Learning in STEM Education: A Case Study in Secondary Education,” *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 916, pp. 614–625, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-11932-4\_58.
- [13] CC2020 Task Force, *Computing Curricula 2020*. 2020. doi: 10.1145/3467967.
- [14] IEEE, “IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.” p. 84, 1990.
- [15] G. Brassard, *FUNDAMENTOS DE ALGORITMIA (1a. ed.)*. 1997.
- [16] B. Spieler, M. Grandl, M. Ebner, and W. Slany, “Bridging the gap: A computer science pre-MOOC for first Semester Students,” *Electronic Journal of e-Learning*, vol. 18, no. 3, pp. 248–260, 2020, doi: 10.34190/EJEL.20.18.3.004.
- [17] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - MINTIC, “Estudio de la brecha de talento digital,” 2018.
- [18] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - MINTIC, “Ministerio TIC ofrecerá oportunidades de empleo a estudiantes de Misión TIC 2022, anunció la ministra Karen Abudinen,” 2020. Accessed: Feb. 15, 2022. [Online]. Available: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de->

prensa/Noticias/160664:Ministerio-TIC-ofrecera-oportunidades-de-empleo-a-estudiantes-de-Mision-TIC-2022-anuncio-la-ministra-Karen-Abudinen

- [19] G. Ulloa, “¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia?,” 2008. <https://eduteka.icesi.edu.co/articulos/IngenieriaColombia> (accessed Feb. 04, 2022).
- [20] “¡Aprenda programación en 2022! Gobierno amplió fecha de inscripciones para que 50 mil colombianos se capaciten en el lenguaje del siglo XXI.” <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/195459:Aprenda-programacion-en-2022-Gobierno-amplio-fecha-de-inscripciones-para-que-50-mil-colombianos-se-capaciten-en-el-lenguaje-del-siglo-XXI> (accessed Feb. 15, 2022).
- [21] “En Colombia faltan 80.000 ingenieros informáticos | Sociedad Colombiana de Ingenieros.” <https://sci.org.co/en-colombia-faltan-80-000-ingenieros-informaticos/> (accessed Feb. 15, 2022).
- [22] J. Figueiredo, N. Lopes, F. J. García-Peñalvo, and F. García, “Predicting Student Failure in an Introductory Programming Course with Multiple Back-Propagation,” 2019, doi: 10.1145/3362789.3362925.
- [23] J. Raigoza, “A study of students’ progress through introductory Computer Science programming courses,” *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, vol. 2017-Octob, pp. 1–7, 2017, doi: 10.1109/FIE.2017.8190559.
- [24] A. Luxton-Reilly, “Learning to Program is Easy,” 2016, doi: 10.1145/2899415.2899432.
- [25] F. Buitrago Flórez, R. Casallas, M. Hernández, A. Reyes, S. Restrepo, and G. Danies, “Changing a Generation’s Way of Thinking: Teaching Computational Thinking Through Programming:,” <http://dx.doi.org/10.3102/0034654317710096>, vol. 87, no. 4, pp. 834–860, May 2017, doi: 10.3102/0034654317710096.
- [26] J. J. Lu and G. H. L. Fletcher, “Thinking About Computational Thinking,” *Sigcse*, pp. 260–264, 2009, [Online]. Available: <http://www.cs.cmu.edu/>

- [27] C. Angeli and M. Giannakos, "Computational thinking education: Issues and challenges," *Comput Human Behav*, vol. 105, p. 106185, 2020, doi: 10.1016/j.chb.2019.106185.
- [28] A. Yadav, H. Hong, and C. Stephenson, "Computational Thinking for All: Pedagogical Approaches to Embedding 21st Century Problem Solving in K-12 Classrooms," *TechTrends*, vol. 60, no. 6, pp. 565–568, 2016, doi: 10.1007/s11528-016-0087-7.
- [29] R. N. Landers and R. C. Callan, "Serious Games and Edutainment Applications," *Serious Games and Edutainment Applications*, pp. 399–423, 2011, doi: 10.1007/978-1-4471-2161-9.
- [30] D. E. Stevenson, "Science, Computational Science and Computer Science: At a Crossroads \*," 1992.
- [31] "Procesador Eagle: cómo es y para qué sirve la computadora cuántica más avanzada que creó IBM - BBC News Mundo." <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59326349> (accessed Mar. 03, 2022).
- [32] J. Wing, "Computational Thinking," *Commun ACM*, vol. 49, no. 3, pp. 33–35, 2006.
- [33] J. A. Pérez Angulo, "El pensamiento computacional en la vida cotidiana," *Revista Scientific*, vol. 4, no. 13, pp. 293–306, Aug. 2019, doi: 10.29394/scientific.issn.2542-2987.2019.4.13.15.293-306.
- [34] C. C. Selby and J. Woollard, "Computational Thinking: The Developing Definition," 2010.
- [35] J. L'Heureux, D. Boisvert, R. Cohen, and Kamaljeet. Sanghera, *IT Problem Solving: An Implementation of Computational Thinking in Information Technology*. 2012.
- [36] J. M. Wing, "Computational thinking and thinking about computing," *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol. 366, no. 1881, pp. 3717–3725, Oct. 2008, doi: 10.1098/rsta.2008.0118.

- [37] A. H. Abdullah *et al.*, “Development of Mobile Application for The Concept of Pattern Recognition in Computational Thinking for Mathematics Subject,” 2019.
- [38] G. Futschek, “Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science,” 2006.
- [39] Blog de CEUPE, “¿Qué es la programación?” <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-programacion.html> (accessed Mar. 03, 2022).
- [40] M. Buzón, “Definición de software: Qué es, para que sirve y porque es tan importante,” 2020. <https://www.profesionalreview.com/2020/01/26/definicion-software/> (accessed Mar. 03, 2022).
- [41] F. Gallego, R. Molina, and F. Llorens, “Gamificar una propuesta docente. Diseñando experiencias positivas de aprendizaje.,” *XX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática*. p. 2, 2013. [Online]. Available: <http://www.gartner.com/it->
- [42] S. Kibonggsong and B. Johnnburton, *Advances in Game-Based Learning Gamification in Learning and Education Enjoy Learning Like Gaming*. Springer International Publishing., 2018. [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/13094>
- [43] G. Kiryakova, N. Angelova, and L. Yordanova, “GAMIFICATION IN EDUCATION,” in *Proceedings of 9th international Balkan education and science conference*, 2014, pp. 679–684.
- [44] P. Bruder, “GAME ON -Gamification in the Classroom,” *The Education Digest*, vol. 80, p. 56, 2015.
- [45] D. Williamson Shaffer, K. R. Squire, R. Halverson, and J. P. Gee, “Video Games and the Future of Learning,” 2005–4, 2005. [Online]. Available: <http://www.wcer.wisc.edu/>
- [46] E. Çeker and F. Özdamli, “What ‘gamification’ is and what it’s not,” *European Journal of Contemporary Education*, vol. 6, no. 2, pp. 221–228, 2017, doi: 10.13187/ejced.2017.2.221.

- [47] S. Subhash and E. A. Cudney, "Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature," *Comput Human Behav*, vol. 87, pp. 192–206, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.chb.2018.05.028.
- [48] R. Hunicke, M. Leblanc, and R. Zubek, "MDA: A formal approach to game design and game research," *AAAI Workshop - Technical Report*, vol. WS-04-04, pp. 1–5, 2004.
- [49] F. C. B. M. L. D. A. V. J. P. J. C. Cortizo, "Gamificación y docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos," *Jornadas de Innovación Universitaria 2011*, 2011, [Online]. Available: <http://www.josek.net/publicaciones/JIU2011-Preprint.pdf>
- [50] "9.2.3.- Dinámicas de juego de la gamificación. | Matemáticas y TIC en Educación." [http://marianoreal.260mb.com/Mreal/matemastic/923\\_dinmicas\\_de\\_juego\\_de\\_la\\_gamificacin.html?i=1](http://marianoreal.260mb.com/Mreal/matemastic/923_dinmicas_de_juego_de_la_gamificacin.html?i=1) (accessed Jul. 04, 2022).
- [51] "Juego serio: gamificación y aprendizaje." <http://www.centrocp.com/juego-serio-gamificacion-aprendizaje/> (accessed Jul. 04, 2022).
- [52] K. Werbach and D. Hunter, *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. 2012.
- [53] Y.-K. Chou, *Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards*. Milpitas, CA: Octalysis Media., 2014.
- [54] Y. Chou, "Octalysis: Complete Gamification Framework -." <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/> (accessed Jun. 03, 2022).
- [55] F. Ferdianto and Dwiniasih, "Learning Management System (LMS) schoology: Why it's important and what it looks like," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Oct. 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1360/1/012034.
- [56] R. K. Ellis, "Learning Management Systems," 2009.
- [57] N. N. Americana, *Fundamentos de la Dirección de Proyectos Tercera Edición (Guía del PMBOK®)*. 2004.

- [58] H. Tohidi and M. M. Jabbari, "The effects of motivation in education," in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2012, pp. 820–824. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.12.148.
- [59] A. Usher and N. Kober, "1. What Is Motivation and Why Does It Matter?," *Center on Education Policy*, 2012.
- [60] P. R. Pintrich and E. V. De Groot, "A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts," *J Educ Psychol*, vol. 95, no. 4, pp. 667–686, Dec. 2003, doi: 10.1037/0022-0663.95.4.667.
- [61] E. Deci and R. Ryan, *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York: Plenum., 1985.
- [62] S. Harter, "A New Self-Report Scale of Intrinsic Versus Extrinsic Orientation in the Classroom: Motivational and Informational Components," 1981.
- [63] J. M. Keller, *Motivational Design for Learning and Performance*. 2010.
- [64] "What is Bebras | www.bebas.org." <https://www.bebas.org/about.html> (accessed Jul. 14, 2023).
- [65] "Statistics | www.bebas.org." <https://www.bebas.org/statistics.html> (accessed Jul. 14, 2023).
- [66] K. Petersen, S. Vakkalanka, and L. Kuzniarz, "Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update," *Inf Softw Technol*, vol. 64, pp. 1–18, 2015, doi: 10.1016/j.infsof.2015.03.007.
- [67] Mark. Petticrew and H. Roberts, *Systematic reviews in the social sciences : a practical guide*. Blackwell Pub, 2006.
- [68] A. Rojas-López and F. J. García-Peñalvo, "Increase of confidence for the solution of problems in pre-university students through computational thinking," in *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, Oct. 2018, pp. 31–35. doi: 10.1145/3284179.3284187.
- [69] R. Israel-Fishelson and A. Hershkovitz, "Micro-persistence and difficulty in a game-based learning environment for computational thinking acquisition," *J*

- Comput Assist Learn*, vol. 37, no. 3, pp. 839–850, Jun. 2021, doi: 10.1111/jcal.12527.
- [70] M. Masood, M. A. Khawaja, M. S. Sharif, O. Iqbal, M. Mehmood Butt, and S. Shahid, “Meri Kahani: A Gamified Solution to Teach Computational Thinking to Female Teenagers in Low Resource Communities,” in *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, Association for Computing Machinery, May 2021. doi: 10.1145/3411763.3451776.
- [71] J. Asbell-Clarke *et al.*, “The development of students’ computational thinking practices in elementary- and middle-school classes using the learning game, Zoombinis,” *Comput Human Behav*, vol. 115, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.chb.2020.106587.
- [72] A. E. Leonard, S. B. Daily, S. Jörg, and S. V. Babu, “Coding moves: Design and research of teaching computational thinking through dance choreography and virtual interactions,” *Journal of Research on Technology in Education*, vol. 53, no. 2, pp. 159–177, 2021, doi: 10.1080/15391523.2020.1760754.
- [73] F. F. Da Silva, L. Beatrys Ruiz Aylon, and D. E. Flor, “Teaching Computational Thinking to a Student with Attention Deficit through Programming,” in *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Oct. 2020. doi: 10.1109/FIE44824.2020.9273915.
- [74] E. Nersesian, M. Vinnikov, J. Ross-Nersesian, A. Spryszynski, and M. J. Lee, “Middle School Students Learn Binary Counting Using Virtual Reality,” in *2020 9th IEEE Integrated STEM Education Conference, ISEC 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Aug. 2020. doi: 10.1109/ISEC49744.2020.9397810.
- [75] W. C. Kuo and T. C. Hsu, “Learning Computational Thinking Without a Computer: How Computational Participation Happens in a Computational Thinking Board Game,” *Asia-Pacific Education Researcher*, vol. 29, no. 1, pp. 67–83, Feb. 2020, doi: 10.1007/s40299-019-00479-9.

- [76] I. Fronza, N. El Ioini, and L. Corral, "Leveraging robot programming to foster computational thinking," in *CSEDU 2017 - Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education*, SciTePress, 2017, pp. 109–116. doi: 10.5220/0006310101090116.
- [77] J. Montaña, C. Mondragón, H. Tobar-Muñoz, and L. Orozco, "Learning Analytics on the Gamified Assessment of Computational Thinking," 2019, pp. 95–109. doi: 10.1007/978-981-32-9335-9\_5.
- [78] S. Trilles and C. Granell, "Advancing preuniversity students' computational thinking skills through an educational project based on tangible elements and virtual block-based programming," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 28, no. 6, pp. 1490–1502, Nov. 2020, doi: 10.1002/cae.22319.
- [79] L. Sun, L. Hu, and D. Zhou, "Single or Combined? A Study on Programming to Promote Junior High School Students' Computational Thinking Skills," *Journal of Educational Computing Research*, vol. 60, no. 2, pp. 283–321, Apr. 2022, doi: 10.1177/07356331211035182.
- [80] J. Mario, R. Félix, R. Zatarain Cabada, M. Lucia, B. Estrada, and Y. Hernández Pérez, "A 3D Learning Environment for Teaching Computational Thinking."
- [81] Y.-M. Chen and J.-L. Shih, "Bebras in the Digital Game <Captain Bebras> for Students' Computational Thinking Abilities," 2022, doi: 10.34641/ctestem.2022.455.
- [82] D. N. A. Jawawi *et al.*, "Nurturing Secondary School Student Computational Thinking Through Educational Robotics," *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 17, no. 3, pp. 117–128, 2022, doi: 10.3991/ijet.v17i03.27311.
- [83] A. M. de Jesus, A. M. de Jesus, and I. F. Silveira, "Marco de aprendizaje colaborativo basado en videojuegos para el desarrollo del pensamiento computacional," *Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 99, pp. 113–123, Apr. 2021, doi: 10.17533/udea.redin.20200690.
- [84] A. Threekunprapa and P. Yasri, "Unplugged coding using flowblocks for promoting computational thinking and programming among secondary school

- students,” *International Journal of Instruction*, vol. 13, no. 3, pp. 207–222, Jul. 2020, doi: 10.29333/iji.2020.13314a.
- [85] A. V. Pou, X. Canaleta, and D. Fonseca, “Computational Thinking and Educational Robotics Integrated into Project-Based Learning,” *Sensors*, vol. 22, no. 10, May 2022, doi: 10.3390/s22103746.
- [86] L. Sun, L. Hu, and D. Zhou, “Improving 7th-graders’ computational thinking skills through unplugged programming activities: A study on the influence of multiple factors,” *Think Skills Creat*, vol. 42, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.tsc.2021.100926.
- [87] P. Dom, M. Eusebio, and M. Londo, “Las ‘actividades desconectadas’ y el desarrollo del pensamiento algorítmico,” no. V, pp. 1–35.
- [88] P. Domínguez, M. Eusebio, and M. L. Euclides, “Las ‘actividades desconectadas’ y el desarrollo del pensamiento algorítmico 1 ‘Unplugged activities’ and the Development of Algorithmic Thinking.” [Online]. Available: [www.iste.org](http://www.iste.org)
- [89] “Aprende hoy y construye un mejor futuro. | Code.org.” <https://code.org/> (accessed Jul. 16, 2023).
- [90] “Robocode Home.” <https://robocode.sourceforge.io/> (accessed Jul. 16, 2023).
- [91] “Zoombinis en Steam.” <https://store.steampowered.com/app/397430/Zoombinis/> (accessed Jul. 16, 2023).
- [92] “Robot Kits & STEM Toys for Kids to Foster Creativity & Hands-on Ability | Makeblock.” <https://www.makeblock.com/pages/product> (accessed Jul. 16, 2023).
- [93] “Scratch - Imagine, Program, Share.” <https://scratch.mit.edu/> (accessed Jul. 16, 2023).
- [94] “LEGO® MINDSTORMS® EV3 31313 - Sets LEGO® MINDSTORMS® - LEGO.com para niños.” <https://www.lego.com/es-ar/kids/sets/mindstorms/mindstorms-ev3-0729302d5ae04b5d88a30c2dd6d7afba> (accessed Jul. 16, 2023).

- [95] International Institute of Business Analysis, *BABOK : a guide to the Business Analysis Body of Knowledge*. 2015.
- [96] J. M. Ríos Félix, R. Zatarain Cabada, M. Lucia, B. Estrada, and Y. Hernández Pérez, "A 3D Learning Environment for Teaching Computational Thinking," *Research in Computing Science*, pp. 47–55, 2020.
- [97] B. Chun and T. Piotrowski, "Pensamiento computacional ilustrado," 2012. <https://eduteka.icesi.edu.co/articulos/PensamientoComputacionallustrado> (accessed Apr. 20, 2023).
- [98] University of Oxford, "UK Bebras Computational Thinking Challenge." <https://www.bebbras.org/> (accessed Apr. 20, 2023).
- [99] F. Guay, R. J. Vallerand, and C. Blanchard, "On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS)," *Motiv Emot*, vol. 24, no. 3, pp. 175–213, 2000, doi: 10.1023/A:1005614228250.
- [100] R. H. Kay and S. Loverock, "Assessing emotions related to learning new software: The computer emotion scale," *Comput Human Behav*, vol. 24, no. 4, pp. 1605–1623, Jul. 2008, doi: 10.1016/j.chb.2007.06.002.
- [101] F. Guay, R. J. Vallerand, and C. Blanchard, "On the Assessment of Situational Intrinsic and Extrinsic Motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS)," 2000.
- [102] D. L. Sundre, "The Student Opinion Scale (SOS) A measure of examinee motivation Test Manual," 2007.
- [103] "Intrinsic Motivation Inventory (IMI) Scale Description."
- [104] H. Chen, R. Wigand, and M. Nilan, "Optimal experience of Web activities." [Online]. Available: [www.elsevier.com/locate/comphumbeh](http://www.elsevier.com/locate/comphumbeh)
- [105] A. F. Rodríguez González and M. C. Gómez Álvarez, "Técnicas ágiles de elicitación de requisitos para generar estrategias gamificadas que promuevan el desarrollo de Pensamiento Computacional: encuestas y entrevistas.," *Revista Tecnología Digital*, vol. 13, pp. 55–64, 2023, [Online]. Available: [www.revistatecnologiadigital.com](http://www.revistatecnologiadigital.com)

- [106] A. F. Rodríguez González, M. C. Gómez Álvarez, G. M. Ramírez, and B. Manrique Losada, “Gamified Strategies to Increase Motivation in Middle School Programming Learning: A Systematic Mapping,” in *Advances in Computing*, V. Agredo-Delgado, P. H. Ruiz, A. Ruiz Gaona, M. L. Villegas Ramírez, and W. J. Giraldo Orozco, Eds., Cham: Springer Nature Switzerland, 2023, pp. 87–101.

## **ANEXOS**

# **ANEXO 1** Encuesta de diagnóstico del contexto local acerca de estrategias de enseñanza y aprendizaje de pensamiento computacional.

## **Preguntas de contexto**

- Institución educativa
- Curso que dicta
- Grado
- Edad promedio de los estudiantes del curso

## **Preguntas de la encuesta**

1. ¿Qué concepto de Pensamiento Computacional se trabaja durante las clases del curso a su cargo?
  - a. Abstracción
  - b. Descomposición
  - c. Reconocimiento de patrones
  - d. Diseño algorítmico
2. ¿En qué se basa para diseñar las temáticas del curso? (normas, reglamentos, guías, teorías, etc.)
3. ¿Qué elementos didácticos, lúdicos, dinámicos o actividades diseña y ejecuta para transmitir el concepto de Abstracción, De acuerdo con su definición?
  - a. Juegos de mesa (legos, cubos, loterías, naipes, tableros)
  - b. Ferias tecnológicas
  - c. Análisis y solución de problemas cotidianos
  - d. Análisis y solución de problemas matemáticos
  - e. Actividades de pensamiento lógico
  - f. Rompecabezas
  - g. Lecturas
  - h. Robots
  - i. Dibujos
  - j. Coreografías
  - k. Flujogramas
  - l. Sistemas numéricos (binario, octal, hexadecimal)
4. ¿Qué elementos didácticos, lúdicos, dinámicos o actividades diseña y ejecuta para transmitir el concepto de Descomposición, De acuerdo con su definición?
  - a. Juegos de mesa (legos, cubos, loterías, naipes, tableros)
  - b. Ferias tecnológicas

- c. Análisis y solución de problemas cotidianos
  - d. Análisis y solución de problemas matemáticos
  - e. Actividades de pensamiento lógico
  - f. Rompecabezas
  - g. Lecturas
  - h. Robots
  - i. Dibujos
  - j. Coreografías
  - k. Flujogramas
  - l. Sistemas numéricos (binario, octal, hexadecimal)
5. ¿Qué elementos didácticos, lúdicos, dinámicos o actividades diseña y ejecuta para transmitir el concepto de Diseño algorítmico, De acuerdo con su definición?
- a. Juegos de mesa (legos, cubos, loterías, naipes, tableros)
  - b. Ferias tecnológicas
  - c. Análisis y solución de problemas cotidianos
  - d. Análisis y solución de problemas matemáticos
  - e. Actividades de pensamiento lógico
  - f. Rompecabezas
  - g. Lecturas
  - h. Robots
  - i. Dibujos
  - j. Coreografías
  - k. Flujogramas
  - l. Sistemas numéricos (binario, octal, hexadecimal)
6. ¿Qué elementos didácticos, lúdicos, dinámicos o actividades diseña y ejecuta para transmitir el concepto de Reconocimiento de patrones, De acuerdo con su definición?
- a. Juegos de mesa (legos, cubos, loterías, naipes, tableros)
  - b. Ferias tecnológicas
  - c. Análisis y solución de problemas cotidianos
  - d. Análisis y solución de problemas matemáticos
  - e. Actividades de pensamiento lógico
  - f. Rompecabezas
  - g. Lecturas
  - h. Robots
  - i. Dibujos
  - j. Coreografías
  - k. Flujogramas
  - l. Sistemas numéricos (binario, octal, hexadecimal)

7. ¿Qué modalidad o actividad formativa se utiliza en el curso para abordar el Pensamiento Computacional (o las habilidades que lo conforman) durante el año académico?
  - a. Se aborda durante todo el curso, en todas las clases
  - b. Se aborda en algunas clases durante el curso
  - c. Se realiza uno o varios proyectos asociados a estas habilidades durante el curso
  - d. Se aborda implícitamente con el contenido del curso, pero no se referencia como Pensamiento Computacional específicamente
8. ¿Cuántas horas semanales se dedican dentro del curso para trabajar los conceptos de pensamiento computacional (abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones, diseño algorítmico)?
  - a. 1 a 3 horas
  - b. 4 a 6 horas
  - c. 7 a 9 horas
  - d. 10 o más horas
9. ¿Qué duración tiene el curso, proyecto o actividad que se ejecuta para enseñar uno o varios conceptos de Pensamiento Computacional, teniendo en cuenta la intensidad horaria mencionada anteriormente?
  - a. 1 a 3 semanas
  - b. 4 a 6 semanas
  - c. 7 a 9 semanas
  - d. 10 o más semanas
10. ¿Con qué herramientas tecnológicas cuenta para apoyar la enseñanza de Pensamiento Computacional?
  - a. Computador
  - b. Celular
  - c. Tablet
  - d. Gafas de realidad virtual
  - e. Televisor
  - f. Proyector
  - g. Otro
11. ¿Qué recursos y/o tecnologías utiliza como apoyo en la enseñanza de Pensamiento Computacional?
  - a. Aplicaciones web.
  - b. Aplicaciones móviles.
  - c. Aplicaciones de escritorio
  - d. Realidad Virtual.
  - e. Realidad Aumentada.
  - f. Robótica.
  - g. Juegos de mesa.

12. ¿Qué plataformas tecnológicas utiliza como apoyo en la enseñanza de Pensamiento Computacional?

- a. Scratch
- b. App inventor
- c. Bebras.org
- d. Blockly
- e. MDN Web Docs
- f. Codewars
- g. Microbit
- h. Otro

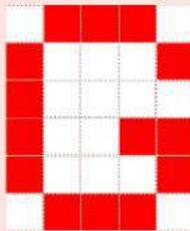
## ANEXO 2 Retos de Bebras seleccionados

Los retos se presentan tal como se propusieron en la estrategia y en la ejecución del piloto.

### Reto 1:

Considere una imagen roja y blanca dibujada en una cuadrícula de  $6 \times 5$ , como se muestra en la imagen a continuación.

Esta imagen se puede representar usando números enumerando, para cada línea, cuántos cuadrados consecutivos se deben pintar de blanco, luego cuántos se deben pintar de rojo, luego cuántos se deben pintar de blanco hasta que se consideren todos los cuadrados de la línea, como se muestra a la derecha en la imagen. El primer número de una línea siempre corresponde a los cuadrados blancos iniciales.

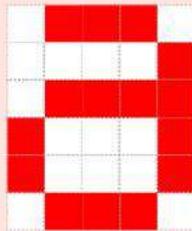


1, 3, 1  
0 1, 3, 1  
0, 1, 4  
0, 1, 2, 2  
0, 1, 3, 1  
1, 3, 1

Finalmente, podemos unir todos los números en cada línea en una sola secuencia. El ejemplo anterior daría como resultado la siguiente secuencia:  
1, 3, 1, 0, 1, 3, 1, 0, 1, 4, 0, 1, 4, 0, 1, 3, 1, 1, 3, 1.

### PREGUNTA / DESAFÍO

¿Cuál es la secuencia de números que describe la siguiente imagen? Arrastre y suelte los números que considere necesarios para formar la secuencia en el espacio de abajo



0 1 2 3 4 5



Tomado de: Bebras.org

## Reto 2:

A la pequeña Verunka le encanta saltar. Encontró 17 baldosas en línea e hizo un plan de juego a partir de ellas.

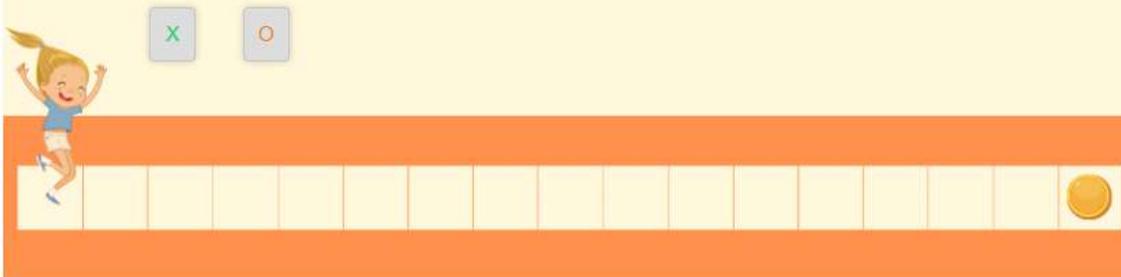
Verunka puso una moneda en un extremo de la línea de baldosas y luego se paró en el extremo opuesto, mirando hacia la moneda (mira la imagen).

Ella tiene dos reglas para saltar:

- Si está parada en una ficha marcada con una "X", salta 3 baldosas hacia adelante.
- Si está parada en una ficha marcada con una "O", salta 1 baldosa hacia atrás.

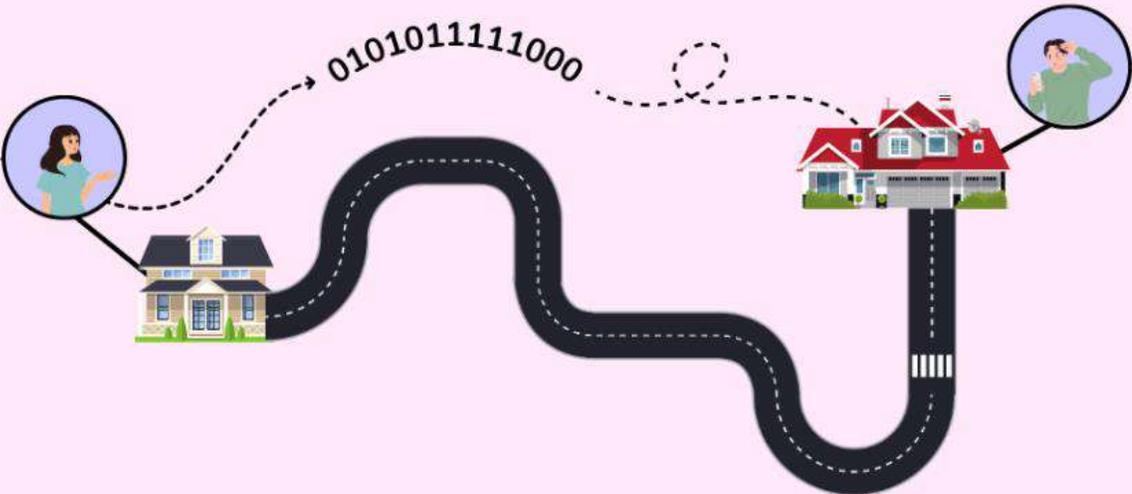
### PREGUNTA / DESAFÍO

Marque todas las baldosas en el plan de juego para que llegue a la moneda habiendo pisado todas las baldosas. Debe arrastrar y soltar las X o las O según se necesite.



Tomado de: [Bebras.org](http://Bebras.org)

### Reto 3:



Laura decidió enviarle un mensaje a Juan, que se encuentra lejos de ella. Habían acordado usar solo los números 0 y 1 para enviar mensajes y habían acordado sustituir a, b, e y s con secuencias de 0 y 1 de la siguiente manera:

- a=110
- b=111
- e=10
- s=0

Acordaron escribir los símbolos de izquierda a derecha, como hacemos normalmente al escribir palabras.

De acuerdo a lo anterior, Laura envió el siguiente mensaje:

0101011111000

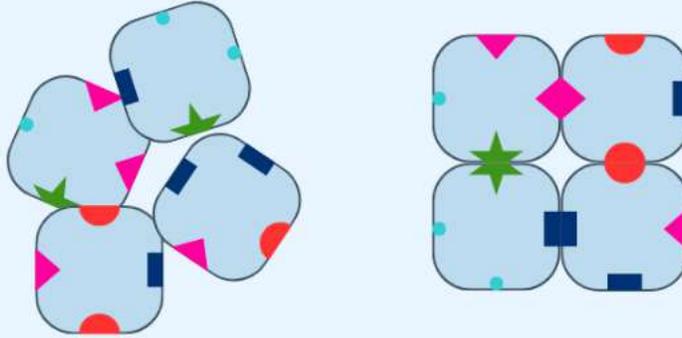
**Tomado de: Bebras.org**

¿Cuál es la traducción correcta en letras del mensaje enviado?

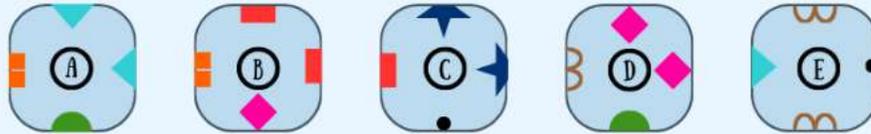
El mensaje traducido a letras es:

## Reto 4:

Se pide que se coloquen cuatro fichas en un cuadrado de  $2 \times 2$ , de acuerdo con la siguiente regla:  
Las fichas solo pueden tocarse en los lados que llevan exactamente el mismo símbolo.  
La siguiente imagen muestra un ejemplo:



Ahora tienes las siguientes 5 fichas.



Debe colocar cuatro de estas cinco fichas en un cuadrado de  $2 \times 2$  que siga la regla anterior.

Tomado de: **Bebras.org**

¿Cuál ficha no usarías?

Ficha B

Ficha E

Ficha C

Ficha A

Ficha D

## Reto 5:

En su restaurante, Camila reenvía los pedidos de comida a Pedro utilizando dos luces de señalización, una con forma de hoja y otra con forma de flor. Cada plato en su menú está identificado por un código único hecho de estas dos formas. Camila enciende y apaga las lámparas en una secuencia específica correspondiente al código del pedido y Pedro prepara el plato en consecuencia.

Camila y Pedro acuerdan estos códigos para dos de sus platos.

MENÚ	CÓDIGO
HAMBURGUESA	
ARROZ	

Se produce un problema porque Pedro empieza a preparar el plato en cuanto identifica un código completo. Cada vez que Camila enciende la lámpara de hoja dos veces como parte del código de arroz frito, Pedro comienza a preparar una hamburguesa, por lo que nunca se preparará arroz frito.

Para solucionar el problema, deciden cambiar los códigos. A continuación se detallan los nuevos códigos para todos los platos de la carta.

MENÚ	CÓDIGO
HAMBURGUESA	
ARROZ	
SÁNDUCHE	
PIZZA	
TARTA	

### PREGUNTA / DESAFÍO

Un día, el restaurante decide agregar papas fritas al menú. ¿Qué código se puede usar para papas fritas? Arrastra y suelta alguna de las opciones de la derecha para el código de las papas.

PAPAS FRITAS	
--------------	--

### OPCIONES DE RESPUESTA

- A 
- B 
- C 
- D 
- E 

Tomado de: Bebras.org

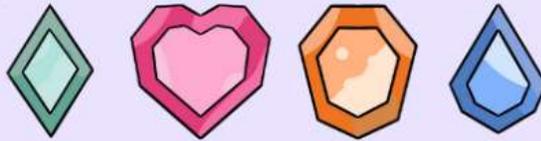
## Reto 6:

Santiago tiene una colección de gemas. Clasifica sus gemas desde la que más le gusta hasta la que menos le gusta.

Sara sabe qué gemas hay en la colección de Santiago, pero no sabe cómo las ha clasificado.

Sara tiene un plan para averiguar cuál es la gema favorita de Santiago:

- Sara elige cuatro de las gemas de Santiago y le pregunta a Santiago: "De este grupo de cuatro, ¿Cuál es tu gema favorita?"
- Sara elige un nuevo conjunto de cuatro gemas y vuelve a hacer su pregunta.
- Luego elige un tercer conjunto de cuatro gemas y hace su pregunta por última vez.



Nota:

Cuando Sara elige su segundo y tercer conjunto de cuatro gemas, a veces puede incluir gemas que ha elegido antes.

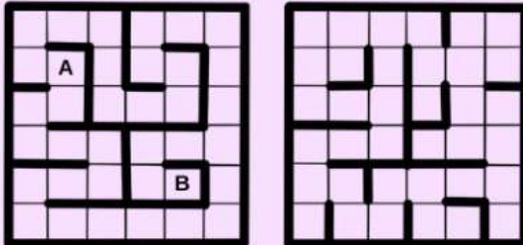
Tomado de: [Bebras.org](http://Bebras.org)

**Si Sara quiere encontrar la gema favorita de Santiago, ¿cuál debería ser la mayor cantidad posible de gemas en la colección de Santiago? Ten en cuenta las condiciones del plan de Sara.**

La mayor cantidad posible de gemas en la colección de Santiago, para que se pueda encontrar su gema favorita, según el plan de Sara es

## Reto 7:

Diego está en un laberinto. El laberinto se compone de dos pisos, cada uno con su propia cuadrícula de obstáculos.



Diego puede moverse entre dos celdas adyacentes dentro de un piso si no hay obstáculos entre las celdas; esto toma un segundo. También puede usar un ascensor que se encuentra en cada celda para moverse a la celda correspondiente del otro piso, es decir, la celda que está ubicada en la misma posición en el otro piso; esto toma cinco segundos.

Por ejemplo, si Diego está en la celda A, hay tres movimientos posibles:

1. Mover a la izquierda. Este movimiento toma 1 segundo.
2. Mover hacia abajo. Este movimiento toma 1 segundo.
3. Mover a la celda correspondiente del otro piso. Este movimiento toma 5 segundos.

Diego comienza en la celda A y quiere llegar a la celda B lo antes posible.

Tomado de: [Bebras.org](http://Bebras.org)

**¿Cuál es el menor tiempo necesario para que Diego llegue a la celda B, si parte de la celda A?**

El menor tiempo necesario para que Diego llegue a la celda B, partiendo de la celda A, es  segundos

## Reto 8:

	1	2	3	4	5
X	3	5	2	4	1

A	3	2	4	1	5
B	5	4	1	3	2
C	2	5	4	3	1

Podemos representar visualmente una lista de números (3,5,2,4,1) como se ve en la imagen anterior. (Los números más pequeños en azul arriba indican las posiciones en la lista. La primera lista que se ve se llama X).

Escribimos  $(X\ 2)$  para describir el número en la posición 2. Entonces  $(X\ 2)$  es 5. De manera similar  $(X\ 5)$  es 1.

Las posiciones se pueden indicar indirectamente. Por ejemplo  $(X\ (X\ 3))$  es 5 porque  $(X\ 3)$  es 2, entonces  $(X(X\ 3)) = (X\ 2) = 5$ .

En la imagen anterior encuentras también tres listas: A, B y C.

Tomado de: [Bebras.org](http://Bebras.org)

### ¿Cuál es el número descrito por $(A\ (B\ (C\ 3)))$ ?

El número descrito por  $(A\ (B\ (C\ 3)))$  es

### Reto 9:

Formarás un número de diez dígitos, usando cada dígito decimal (0-9) exactamente una vez.  
El número debe ser el número más pequeño que satisfaga todas estas condiciones:

**0→9, 1→0, 1→2, 1→6, 2→3, 3→5, 3→4, 6→5, 5→7, 7→8, 9→7**

La condición  $a \rightarrow b$  significa que, en el número, el dígito  $a$  debe aparecer a la izquierda del dígito  $b$ .

Arrastra y suelta los números en los campos de abajo, para formar el número entero que satisfaga todas las necesidades.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tomado de: [Bebras.org](http://Bebras.org)

## **ANEXO 3 Instrumento de medición de motivación**

Después de haber participado en las actividades de la clase que acaba de terminar, por favor responda a las siguientes afirmaciones según el número que más describa su situación, De acuerdo con la siguiente escala:

- Totalmente en desacuerdo
- Parcialmente en desacuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Totalmente de acuerdo.

### **Sección 1 – Estrategia y desarrollo de la sesión**

1. Podría describir la clase recibida como muy agradable.
2. Disfruté tanto esta clase que me gustaría saber más sobre este tema.
3. Las actividades o retos realizados en esta clase son interesantes y divertidas.
4. La clase fue muy agotadora.

### **Sección 2 – Retos**

5. Sentí que estas actividades o retos pusieron a prueba todo mi conocimiento y habilidades.
6. Aunque no respondiera correctamente en el primer intento, decidí seguir intentando hasta hacerlo bien.
7. La actividad o reto realizado me pareció muy difícil.
8. La actividad o reto realizado tenía cosas que estimularon mi curiosidad.
9. Me sentí nervioso durante la realización de la actividad o reto propuesto.
10. Estoy satisfecho con mi desempeño en la actividad o reto propuesto.
11. Me sentí bastante hábil realizando la actividad o reto propuesto.
12. Los comentarios de retroalimentación después de realizar cada reto o actividad, ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo.

### **Sección 3 – Usabilidad de la plataforma (sólo grupo experimental)**

13. Después de leer la introducción de lo que haría, sentí que sabía lo que iba a aprender en la lección.
14. Muchas de las páginas encontradas en la plataforma web tenían mucha información que hacía difícil elegir y recordar puntos importantes.
15. La forma en que está organizada la información en las páginas ayudó a mantener mi atención.
16. La plataforma web utilizada era llamativa.
17. La plataforma web utilizada la encontré fácil de usar.