



( ORCID: 0009-0001-0589-2285 )



## Desarrollo de habilidades de pensamiento computacional a partir de la resolución de problemas complejos en el marco de la enseñanza para la comprensión: una experiencia de aula.

Ipqan huc chibgasqua chimucaniau acamen achiñizan mague yc abziqun xie pquyquychie gytysuca abgyisuca: machichua quypqua ahycac agaia

**Autor:** Zandra Graciela Porras Niño. Magíster en Educación, Universidad Minuto de Dios. Maestra en Educación, Tecnológico de Monterrey. Licenciada en Informática Educativa, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente de Tecnología I.E.O. Fusca. Correo electrónico: grazhiela@gmail.com

### Resumen

En el presente artículo se describe la manera como se implementó una estrategia pedagógica de aula con estudiantes del grado décimo de la I. E. Fusca, con la intención de desarrollar habilidades de pensamiento computacional a partir de la resolución de problemas complejos en el marco de la enseñanza para la comprensión. Para ello se define un modelo de análisis en el que convergen las etapas para el aprendizaje en cada uno de los conceptos teóricos utilizados. A partir de este se diseña e implementa una unidad didáctica en el marco de la enseñanza para la comprensión (EpC), en cuyos desempeños de comprensión se explicitan actividades direccionadas al desarrollo del PC. Para evaluar el PC en los estudiantes se aplica un formulario construido para tal fin, bajo el enfoque de sistemas complejos múltiples, en dos momentos, al iniciar y al finalizar la intervención pedagógica. Los resultados obtenidos demuestran el incremento de las habilidades del PC en los estudiantes, a partir del desarrollo de la unidad, lo cual permite concluir que es posible la adquisición de estas habilidades mediante la resolución de problemas utilizando los elementos del marco de la EpC.

**Palabras clave:** pensamiento computacional, enseñanza para la comprensión, resolución de problemas.

### Abstract

In this article, the implementation of a pedagogical classroom strategy with tenth-grade students from I. E. Fusca is described, with the purpose of developing computational thinking skills through complex problem-solving within the framework of teaching for understanding. An analytical model is defined, encompassing the stages for learning in each of the theoretical concepts used. Based on this, a didactic unit is designed and implemented within the framework of Teaching for Understanding (TfU), in which the comprehension achievements are specified through activities aimed to the development of Computational Thinking (CT). To assess CT in students, a form specifically constructed for the mentioned purpose is applied in two moments, namely, at the beginning and at the end of the pedagogical intervention. The obtained results demonstrate an increase in students CT's skills as a result of the unit's development. This leads to the conclusion that the acquisition of these skills is possible through problem-solving using TfU framework elements.

**Keywords:** computational thinking, teaching for understanding, problem solving.

### Resumo

Este artigo descreve a forma como foi implementada uma estratégia pedagógica em sala de aula com alunos do décimo ano do I. E. Fusca, com a intenção de desenvolver habilidades de pensamento computacional a partir da resolução de problemas complexos no âmbito do ensino para a compreensão. Para isso, é definido um modelo de análise no qual as etapas de aprendizagem convergem em cada um dos conceitos teóricos utilizados. Com base nisso, é projetada e implementada uma unidade didática no âmbito do ensino para a compreensão (EpC), em cujas atividades de desempenho de compreensão são explicitamente direcionadas para o desenvolvimento do PC. Para avaliar o PC dos alunos, é aplicado um formulário construído para esse fim, sob o enfoque de sistemas complexos múltiplos, em dois momentos, no início e no final da intervenção pedagógica. Os resultados obtidos mostram um aumento nas habilidades do PC dos alunos como resultado do desenvolvimento da unidade, o que leva à conclusão de que é possível adquirir essas habilidades por meio da resolução de problemas usando os elementos da estrutura da EpC.

**Palavras-chave:** pensamento computacional, ensino para a compreensão, resolução de problemas.

## Introducción

La teoría del pensamiento computacional (PC), ha tomado fuerza en el ámbito académico durante las últimas décadas, a partir de los planteamientos de Wing (2006), quien lo define como un conjunto de habilidades que le permite al individuo abordar un problema y descomponerlo en pequeñas unidades que son solucionadas de manera individual, utilizando la lógica de la programación. Es así como diversos sistemas educativos a nivel mundial han puesto su atención en el desarrollo de PC, mediante la inclusión de la enseñanza de la programación en todos los niveles educativos. Manifiestan Ortega y Mikel (2021) que estudios recientes han demostrado que el desarrollo del PC a partir de la enseñanza de la programación se ha enfocado básicamente en la ejecución de tareas en donde se suministran los datos de entrada desde el planteamiento del problema. Si bien esto favorece en el estudiante el desarrollo de destrezas de pensamiento para el procesamiento de datos y la obtención de resultados, no posibilita la transferencia de conocimiento a otros contextos. Ante este panorama se hace necesario encontrar otras estrategias educativas para el desarrollo de PC.

Al respecto, sostiene Morales (2018) que la utilización del método de resolución de problemas complejos favorece ampliamente el desarrollo de destrezas en las habilidades de pensamiento de orden superior, desde las cuales el estudiante adquiere la capacidad para “interpretar, analizar, manipular e interrelacionar la información” (p. 95). En este sentido, Solaz y Sanjosé (2008) aseguran que en el método para la resolución de problemas complejos (RPC) intervienen una serie de procesos cognitivos: explorar y comprender; representar y formular; planear y ejecutar. Estos permiten al estudiante concientizarse de su propio proceso de aprendizaje, materializando sus ideas en acciones concretas y reconociendo sus logros y necesidades, mientras encuentra la solución a los problemas. Con el fin de favorecer su desarrollo, es necesario la estructuración de actividades de aprendizaje que aumenten, en los estudiantes, la posibilidad de interactuar con los problemas y experimentar con el conocimiento, hasta encontrarle el sentido y la aplicabilidad (Papert, 1980, como se citó en Vicario, 2009).

Desde esta perspectiva, se plantea la utilización del marco de la EpC, surgido como una iniciativa que busca poner a la comprensión como eje central de los procesos de aprendizaje. Este reúne principios básicos del socio constructivismo: la búsqueda de comprensiones profundas del conocimiento; la adquisición de aprendizajes significativos; la adquisición de culturas de pensamiento que guíen el actuar del estudiante, no solo dentro del aula, sino en todos los escenarios en los cuales se desempeñe (Cifuentes, 2021). Dentro de los elementos de la EpC se destacan: la elaboración de desempeños de comprensión por parte de los estudiantes mediante

los cuales desarrolla habilidades para adquirir, aplicar y comunicar el conocimiento; y el planteamiento de metas, que sirven de guía en el proceso de aprendizaje y le ayudan a identificar lo que le hace falta aprender. Este proceso de metacognición le conduce a la adquisición de una cultura de pensamiento que permite abordar y resolver problemas de manera más eficaz (Perkins y Tishman, 2001).

En este contexto, surge el interés por implementar una estrategia pedagógica, con el objetivo de desarrollar habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes, mediante la resolución de problemas, haciendo uso de los elementos del marco de la EpC. La intervención pedagógica se desarrolla en dos fases. En primer lugar, la planificación. En esta fase se creó un modelo de análisis en el cual se identificaron las etapas de cada uno de los referentes teóricos y se encontraron las similitudes entre los procesos descritos en cada uno. A partir de este modelo se diseñó una unidad didáctica basada en el marco de la EpC, en la cual se estructuran las actividades de aprendizaje conducentes al desarrollo del PC. En la segunda fase, que correspondió a la ejecución, se aplica un instrumento de evaluación del pensamiento computacional a los estudiantes, antes y después de la implementación de la unidad. Finalmente se analizaron los resultados y se plantearon las conclusiones del ejercicio pedagógico.

## Marco teórico

### El pensamiento computacional (PC)

El origen del concepto de pensamiento computacional (PC) data del año 1968 con la invención del lenguaje de programación LOGO por el científico y educador Seymour Papert, considerado el pionero en la incorporación de la enseñanza de la programación en educación básica. Papert planteó la teoría del construccionismo, desde la cual manifiesta que el conocimiento es construido por el propio sujeto mediante la ejecución de acciones que tienen una finalidad preestablecida. Menciona Vicario (2009) que, en el pensamiento de Papert, la función de la educación es empoderar al estudiante e inducirlo a que se convierta en un agente activo en su proceso formativo, proporcionándole oportunidades de aprendizaje a partir de las cuales pueda formular proyectos, identificar y resolver problemas, además de ofrecerle herramientas y elementos técnicos o tecnológicos con los cuales pueda interactuar, experimentar, diseñar y construir, mientras se va haciendo cargo de su propio aprendizaje. En este sentido, plantean Picado et al. (2021) que el paradigma construccionista, además de favorecer el desarrollo de habilidades de pensamiento complejo, permite la creación de una cultura de pensamiento desde la cual los individuos se hacen partícipes en la creación de innovaciones tecnológicas, que contribuyan a la solución de los problemas que aquejan a la sociedad.



La teoría del pensamiento computacional (PC) se posicionó en el ámbito académico a mediados de la primera década del siglo XXI, a partir de los planteamientos de Wing (2006). Esta autora define el PC como un conjunto de habilidades que le permite al individuo abordar un problema y descomponerlo en pequeñas unidades, las cuales son solucionadas de manera individual, utilizando la lógica de la programación. Sostiene la autora que el seguimiento de las técnicas de la programación, basadas en el desarrollo de algoritmos y el procesamiento de datos a partir de la escritura de códigos, le permite al individuo establecer las conexiones mentales que conllevan al desarrollo de pensamiento. Este postulado causó gran interés en los sistemas educativos, lo cual motivó que se desarrollaran estrategias para incorporar la enseñanza de la programación como área de estudio en los programas escolares, tanto a nivel de educación básica como superior (Adell et al., 2019). Posteriormente la ISTE y la CSTA (2011), ampliaron la definición del PC, concibiéndolo como un enfoque a partir del cual se logra la integración del pensamiento humano con la versatilidad de la informática para potencializar el razonamiento y el pensamiento crítico, mediante “el seguimiento de los procesos de abstracción, tratamiento de datos, creación del algoritmo, descomposición del problema, automatización y paralelismo” (Ortega y Mikel, 2018, p. 131).

Años más tarde, Selby y Wollard (2013) situaron al PC como una actividad mental que le permite al individuo pensar en términos de abstracciones a partir de las cuales se puede descomponer un problema. Esta definición se complementa con la expuesta por Raja (2014), quien considera que, fragmentar un problema como si fuera un rompecabezas, permite el desarrollo del pensamiento deductivo. A la vez Ortega (2017) manifiesta que el PC permite la posibilidad de abordar la solución de un problema complejo reformulándolo a partir de tareas sencillas. Entre tanto, Dening (2017) lo describe como el conjunto de habilidades de pensamiento que permiten abordar y solucionar problemas mediante el seguimiento de unos pasos pensados y estructurados algorítmicamente, lo cual le facilita al individuo la comprensión del mundo.

A partir de la amplia difusión del concepto del PC, diversos sistemas educativos a nivel mundial han incluido, en sus currículos, la enseñanza de la programación en todos los niveles. Sin embargo, estudios recientes han dejado en evidencia que la enseñanza de la programación desde una perspectiva utilitaria, en donde solo se enseña a realizar operaciones concretas a partir de fragmentos de código, no es suficiente para el desarrollo de habilidades conducentes a la resolución de problemas, sino que simplemente sirve para capacitar profesionales que se desempeñen en el área de la programación (Ortega y Mikel, 2018). Este nuevo panorama ha provocado que se redirija el enfoque de las estrategias didácticas

para el desarrollo del PC, buscando retomar los fundamentos originarios formulados por Papert (1980) y desarrollados por diversos investigadores. Es decir, reconectar con la idea que dicta que el desarrollo del PC le debe servir al individuo para descifrar y entender los problema en diferentes contextos, plantear soluciones que involucren las diferentes áreas del conocimiento y adaptar las herramientas técnicas o tecnológicas que apoyen la solución.

Desde esta perspectiva es importante entender que, además de los procesos particulares utilizados en el desarrollo de PC, desde la óptica de los científicos de la programación, destinados a resolver problemas complejos basados en soluciones computarizadas, existen otros que son comunes al proceso de resolución de problemas complejos. Estos, a consideración de Ortega (2017), son los que fortalecen la capacidad para transferir el conocimiento a las soluciones no computarizadas. Estos procesos son: 1) abstracción: permite la descomposición del problema de manera profunda para encontrar los puntos importantes y fundamentales de la situación analizada; 2) tratamiento de datos: implica la recopilación, análisis y representación de los datos como fundamento para la búsqueda de una solución; 3) algoritmo y secuenciación: corresponde al proceso mediante el cual, se establecen los pasos que permiten la utilización de los datos para producir resultados. Bajo esta perspectiva, la adquisición de habilidades de PC, se pueden evidenciar en las capacidades adquiridas por los estudiantes para solucionar problemas, abordados desde cualquier ámbito del conocimiento (Ortega, 2017).

### **La resolución de problemas complejos (RPC)**

Se diferencia de la resolución de problemas tradicionales de varias maneras. En el primer caso los datos no se encuentran explícitos desde un comienzo, sino que estos van apareciendo en la medida que se analiza y evalúa cada etapa de la solución. Al respecto, manifiestan Ortega y Mikel (2021), que no tener clara esta diferenciación ha ocasionado que el desarrollo del PC a partir de la enseñanza de la programación se haya enfocado básicamente en la ejecución de tareas de suministro de los datos de entrada desde el planteamiento del problema. Esto, si bien le favorece al estudiante en el desarrollo de destrezas de pensamiento para el procesamiento de datos y la obtención de resultados, no posibilita la transferencia de conocimiento a otros contextos. Este método de enseñanza dista de la esencia conceptual del PC, que se plantea el proceso de aprendizaje como un ejercicio reflexivo donde el estudiante ejerce el rol central, siendo este quien determina cuáles son sus necesidades de aprendizaje a partir del análisis y comprensión de problemas auténticos del mundo real (Barrows, 1996, como se citó en Morales, 2018).

En este sentido, en el proceso de RPC se diferencian dos fases fundamentales: la representación y el proceso de ejecución. En estas intervienen una serie de procesos cognitivos que se ejecutan de manera secuencial en la medida que el estudiante se involucra en la búsqueda de soluciones. Solaz y Sanjosé (2008) los clasifican de la siguiente manera. En primer lugar, está la fase de representación: 1) explorar y comprender: en este proceso, el estudiante desarrolla un ejercicio de reconocimiento del problema, escudriña e identifica sus características, determina sus causas y dimensiona e idea una posible solución; 2) representar y formular: aquí se fomenta la capacidad del estudiante para realizar un ejercicio de concreción de las ideas y las plasma por medio de representaciones gráficas, escritas o verbales, con las que empieza a formular ideas e hipótesis, descubriendo las interrelaciones entre los componentes del problema y la solución planteada. En segundo lugar, tenemos el proceso de ejecución: 1) planear y ejecutar: con estas acciones se pone en marcha la idea de solución, para ello se diseña un plan de trabajo, se establecen los objetivos y metas, y se desarrolla el producto planteado; y finalmente 2) observar y reflexionar: se presenta en todas las etapas y es utilizado para hacer seguimiento al desarrollo de la solución, observando los resultados, aplicando las correcciones, planteando modificaciones, evaluando la funcionalidad y efectividad de la misma, y sustentando y contrastando los resultados con otros.

Estos procesos cognitivos pueden hacerse presente de manera simultánea y cíclica en cada una de las etapas de la resolución de un problema, permitiéndole al estudiante concientizarse de su propio proceso de aprendizaje, materializando sus ideas en acciones concretas, y reconociendo sus logros y necesidades. Al respecto sostiene Morales (2018) que la utilización de este método favorece ampliamente el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, desde las cuales el estudiante adquiere la capacidad para “interpretar, analizar, manipular e interrelacionar la información” (p. 95). Este ejercicio le impulsa a hacerse consciente de sus necesidades y logros de aprendizaje. Consigue encontrarle el sentido y la utilidad al conocimiento adquirido mediante un verdadero ejercicio metacognitivo, que fortalecerá sus habilidades para abordar las diferentes problemáticas a las que se vea expuesto tanto en su vida académica como personal, siendo esto además la finalidad que persigue el desarrollo del PC.

Uno de los principales desafíos en determinar la efectividad de la RPC para el desarrollo de PC, es el tipo de evaluación que se realiza. Ortega y Mikel (2018) manifiestan que, después de analizar diversos instrumentos de evaluación del PC, en la mayoría de los casos, lo que se evalúa son las destrezas adquiridas para la programación o los conceptos asociados a la temática desarrollada, dejando de lado los procesos cognitivos del PC que se utilizan para la resolución de problemas, lo cual constituye la esencia de este tipo de pensamiento.

Con el fin de soslayar esta tendencia evaluativa, han surgido nuevos enfoques, en los que se destaca el enfoque de sistemas complejos múltiples, desarrollado por Greiff *et al.* (2012, como se citó en Ortega y Mikel, 2018), Siguiendo este enfoque, su propuesta parte de un sistema informático para, así, “reproducir y medir la interacción entre el problema y la persona” (p. 155). A partir de este sistema, se evalúan diversos niveles de competencia, se identifica en alto grado la adquisición y aplicación del conocimiento y se reducen los errores en las puntuaciones otorgadas al evaluado. Este enfoque ha sido utilizado en la evaluación de los ítems de RPC aplicados en las pruebas PISA 2012, de la cual algunos ítems han sido liberados para el uso académico (Ortega y Mikel, 2018).

### **El marco de la enseñanza para la comprensión (EpC)**

Este marco surgió en la última década del siglo XX, en el contexto de las investigaciones adelantadas en el Proyecto Zero (Universidad de Harvard), en donde los investigadores David Perkin, Tina Bhytle y Howard Gardner, junto con su equipo, buscaban entender la naturaleza de la comprensión y la manera como esta podía ser desarrollada en los estudiantes. Como resultado plantearon un enfoque educativo a partir del cual se pone a la comprensión como eje central de los procesos de aprendizaje (Perkins y Bhytle, 1994). El marco de la EpC reúne principios básicos del socio-constructivismo como son: la búsqueda de comprensiones profundas del conocimiento; la adquisición de aprendizajes significativos; la apropiación de culturas de pensamiento que guían el actuar del individuo no solo dentro del aula, sino en todos los escenarios en los cuales se desempeñe (Cifuentes, 2021).

La EpC permite integrar el proceso de aprendizaje a partir del seguimiento de un hilo conductor que se materializa en la definición de cuatro elementos fundamentales. En primer lugar, los tópicos generativos a través de los cuales se hace una delimitación conceptual de aquello que resulta relevante para ser aprendido. En segundo lugar, la formulación de metas multidimensionales las cuales son: 1) contenido donde se observa la comprensión de los conceptos propios de la disciplina; 2) método: en las cuales se pone de manifiesto las formas o herramientas diseñadas para adquirir los conocimientos; 3) propósito: donde se evidencia el sentido y la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos; 4) comunicación: relacionada con la manera como se comunican los aprendizajes a otros, por medio del uso del lenguaje propio del área, y del contexto. Posteriormente, el diseño progresivo de desempeños de comprensión, por medio de los cuales el estudiante explora los diferentes niveles de la comprensión, desde el ingenuo, pasando por el principiante o el aprendiz hasta llegar a la maestría. Estos desempeños se plantean desde tres momentos: exploración, investigación guiada y proyecto final de



síntesis. De manera transversal a los desempeños, se encuentra la evaluación diagnóstica continua, a partir de la cual se realiza el seguimiento al dominio de los desempeños (Stone, 1999).

Las bases constructivistas del marco de la EpC inducen a que los estudiantes adquieran el conocimiento por medio del descubrimiento, lo cual se logra a partir de la experimentación. En este sentido, la elaboración de desempeños de comprensión le permite al estudiante desarrollar habilidades para adquirir, aplicar y comunicar el conocimiento, mientras que al tener presente las metas que desea alcanzar, se le facilita identificar sus necesidades de aprendizaje, favoreciendo el desarrollo de habilidades metacognitivas y adquiriendo, con ello, una cultura de pensamiento que le permita abordar la resolución de problemas de manera eficaz (Perkins y Tishman, 2001).

### Estrategia pedagógica de aula

Los conceptos expuestos anteriormente tienen sus cimientos en la teoría constructivista, en el caso del PC en el construccionismo, que es una variante de la teoría ya mencionada. Todas ellas comparten el propósito de buscar el desarrollo de competencias o habilidades que le permitan al individuo resolver problemas en diferentes contextos y ámbitos del saber. Desde esta perspectiva, surge la idea de implementar una estrategia pedagógica de aula con el objetivo de desarrollar habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes, mediante la resolución de problemas haciendo uso de los elementos del marco de la enseñanza para la comprensión. La intervención pedagógica se desarrolla en dos fases: planificación y ejecución como se indica en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Fases para la implementación de la intervención pedagógica*

Fase	Descripción
Planificación	Identificación de las etapas de cada uno de los conceptos teóricos y elaboración de la unidad en el marco de la EpC.
Ejecución	Se realiza la implementación de la unidad didáctica. Se aplica el instrumento para la evaluación del pensamiento computacional en dos momentos, al inicio y al final de la implementación de la unidad.

*Nota. Elaboración propia.*

La identificación de las etapas de cada uno de los conceptos teóricos estudiados, permitió encontrar similitudes en los diferentes procesos que se llevan a cabo en cada uno de ellos. A partir de este entendimiento, se creó un modelo de análisis que sirvió de referencia para el diseño de la unidad, este modelo se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Modelo de análisis para la integración de las etapas de cada uno de los conceptos teóricos*

Etapas para el desarrollo del PC		Etapas del método de resolución de problemas complejos (RPC)	Etapas para el desarrollo de los niveles de comprensión en el marco de la EpC
Soluciones computarizadas	Solución de problemas complejos		
Automatización (instrucciones de control, condicionales, bucles).	Abstracción (análisis de los elementos del problema)	Explorar y comprender	Exploración
Descomposición (partes del problema).	Tratamiento de datos (recopilación, análisis y representación)	Representar y formular	Investigación guiada
Simulación (simular pasos, identificar la viabilidad de la solución).	Algoritmos o secuenciación	Planear y ejecutar	Proyecto final de síntesis
Paralelismo (simular la solución en cada parte del problema).		Observar y reflexionar	Evaluación diagnóstica continua

*Nota. Elaboración propia.*

## Unidad didáctica EpC

La unidad EpC titulada “Conectando y solucionando” está dirigida a los estudiantes del grado décimo de la I. E. Fusca, al que pertenecen 18 estudiantes con edades entre los 15 y los 18 años. Fue implementada durante el segundo periodo académico del año 2023, dentro del programa del área de tecnología e informática, enmarcada en el componente, uso y apropiación de la tecnología para la solución de problemas. El tópico generador fue denominado: “¡Conociendo la electrónica, las soluciones a los problemas de mi entorno, pueden estar en mis manos!” Las metas de comprensión definidas fueron: los

estudiantes comprenderán los conceptos, componentes y principios de funcionamiento de la electrónica básica, el montaje de circuitos electrónicos en *protoboard*, las soluciones electrónicas a problemas del entorno y la presentación y sustentación de una maqueta o prototipo. Los desempeños de comprensión se diseñaron teniendo en cuenta las etapas del modelo de análisis de integración de los conceptos teóricos e intencionados hacia el desarrollo de PC. Estos se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Desempeños de comprensión de acuerdo a la etapa del proceso de aprendizaje*

Etapa	Desempeño de comprensión	Seguimiento
EpC. Exploración RPC. Comprensión PC. Abstracción y automatización del problema	1. Asignación de problemas que puedan ser solucionados con una aplicación electrónica. 2. Identificación de las causas del problema mediante la elaboración y socialización de la rutina de pensamiento el juego de la explicación. 3. Análisis de los componentes del problema, mediante la elaboración y socialización de la rutina de pensamiento, partes, propósitos y complejidades. 4. Conocimiento de los componentes de la electrónica básica, mediante el desarrollo y socialización de la rutina de pensamiento: veo, pienso y me pregunto.	EpC. Valoración continua RPC. Observar y reflexionar PC. Paralelismo El seguimiento valorativo se lleva a cabo en la elaboración de cada uno de los desempeños, mediante ejercicios de autovaloración y covaloración guiada. La heterovaloración se realiza mediante el uso de rúbricas de evaluación.
EpC. Investigación guiada RPC. Representar y formular PC. Tratamiento de datos, representación	5. Montaje y presentación de circuitos en <i>protoboard</i> . 6. Elaboración y socialización de la rutina de pensamiento “imagina si...” 7. Planteamiento de soluciones, mediante la técnica de lluvia de ideas.	
EpC. Proyecto final de síntesis RPC. Planear y ejecutar PC. Simulación, algoritmos o secuenciación	8. Elaboración de la propuesta de solución. 9. Elaboración y presentación de la maqueta o prototipo.	

*Nota. Los desempeños de comprensión están organizados de manera secuencial de acuerdo a los niveles de comprensión. La evaluación y seguimiento está presente en todas las etapas.*

Al comienzo y al final de la implementación de la unidad EpC, se aplicó un instrumento para la evaluación del PC basado en la RPC construido por Ortega (2017). A este se accede de manera libre y gratuita en <https://bit.ly/2JaucJC>. El formulario debe ser aplicado de manera virtual, ya que está elaborado bajo el enfoque de sistemas complejos múltiples, lo cual implica que mide la interacción del evaluado con el problema (Ortega, 2017). La prueba consta de doce preguntas estructuradas en diferente nivel de complejidad, desde las cuales se mide tanto la capacidad del estudiante para adquisición

de conocimiento, reflejada en la representación del problema, cuya valoración máxima es 9 puntos, así como la aplicación del conocimiento, evidenciado en la ejecución del algoritmo con una puntuación posible de 9 puntos. La puntuación total de la prueba es 18 puntos y representa la habilidad general para la resolución de los problemas planteados. En la tabla 4 se presentan los promedios obtenidos por el grupo de estudiantes tanto en la prueba inicial como en la prueba final.

**Tabla 4**

*Puntaje promedio obtenido por el grupo de estudiantes en las pruebas inicial y final*

Aspecto evaluado	Prueba inicial	Prueba final
Adquisición de conocimiento - Representación del problema	1,39	2,67
Aplicación del conocimiento - Ejecución del algoritmo	1,62	3,09
Proceso completo en la resolución de problemas	3,01	5,76

*Nota. Elaboración propia.*



Los resultados obtenidos, permiten evidenciar que el grupo de estudiantes mejoró su resultado en la prueba final, esto es después de haber desarrollado la unidad EpC, tanto en la dimensión adquisición de conocimiento, donde el incremento fue de 1,28 puntos, como en la dimensión aplicación del conocimiento, con un aumento de 1,47 puntos. En cuanto al proceso completo en la resolución de

problemas, la mejora del resultado fue de 2,75 puntos. En relación con el desempeño en las dos dimensiones evaluadas se observa que los estudiantes demostraron mejores habilidades para la aplicación del conocimiento, frente a la capacidad para la adquisición de conocimiento, tanto en la prueba inicial como en la final.

## Conclusiones

Después de analizar los resultados, se puede concluir que el diseño de este proceso pedagógico es adecuado para cumplir con el objetivo de desarrollar pensamiento computacional en los estudiantes. A pesar de que los puntajes obtenidos en la prueba final distan de los puntajes esperados en la prueba, el hecho de que se haya logrado una mejora indica que el proceso llevado a cabo, en el cual se integran las etapas y elementos de los tres conceptos teóricos utilizados, constituyen una metodología apropiada. Frente a los resultados, es importante considerar la complejidad que implica el desarrollo del PC, para lo cual se requiere un proceso sistemático a largo plazo.

Por otro lado, la implementación de la estrategia pedagógica permitió mejorar la comprensión acerca de la manera como se desarrolla el PC, identificando que existe una mayor dificultad en la dimensión

adquisición de conocimiento-representación del problema, a la cual está asociada la capacidad para identificar, interpretar y relacionar la información. Esto indica que se deben diseñar una mayor cantidad de actividades de aprendizaje que permitan reforzar estas habilidades en los estudiantes; mientras que la dimensión aplicación del conocimiento-ejecución del algoritmo, en la cual se pone a prueba la capacidad para seguir una secuencia de pasos en la resolución del problema, supone una mayor facilidad, lo cual puede ser utilizado de manera más amplia en las actividades introductorias al desarrollo del PC.

## Referencias

- Adel I, J., Llopis, M., Esteve, M. y Valdeolivas, N. (2019). *El debate sobre el pensamiento computacional en educación*. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia 22(1), 171-186. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Cifuentes, J. (2021). *Planeación de clases en el marco de la enseñanza para la comprensión con metodología de Lesson Study*. Plumilla Educativa 27(1), 39-67. <https://doi.org/10.30554/pe.1.4199.2021>
- Denning, P. (2017). *Remaining Trouble Spots With Computational Thinking*. *Communications of the ACM* 60(6), 33-39. <https://doi.org/10.1145/2998438>
- International Society for Technology in Education ISTE & Computer Science Teachers Association. (2011). *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education* 10(13) <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ctleadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>
- Morales, P. (2018). *Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico ¿una relación vinculante?* Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación de Profesorad, 21(2), 91-108. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371>
- Ortega, B. y Mikel, A. (2018). *Robótica DIY: pensamiento computacional para mejorar la resolución de problemas*. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa 17(2). <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.17.2.129>
- Ortega, B y Mikel, A (2021). *Evaluar el pensamiento computacional mediante resolución de problemas: validación de un instrumento de evaluación*. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 14(1), 153-171. <https://doi.org/10.15366/rie2021.14.1.009>
- Papert, S. (1996). *An Exploration in the Space of Mathematics Education*. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 1(1), 95-123. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00191473>
- Perkins, D. & Bhytle, T. (1994). *Putting Understanding Up Front*. *Educational Leadership* 51(5), 4-11. <https://www.ascd.org/el/articles/putting-understanding-up-front>
- Perkins, D. y Tishman, S. (2001). *Un aula para pensar: aprender y enseñar en una cultura de pensamiento*. Aique Grupo Editor.
- Picado, K., Matarrita, S., Núñez, O. y Zúñiga, M. (2021). *Facilitadores del desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes costarricenses*. *Comunicar: Revista científica de Educomunicación* 68(24), 85-96. <https://doi.org/10.3916/C68-2021-07>
- Ruiz, P., Peme, C., Longhi, A., Ferreyra, A. (2013). *Enseñanza para la comprensión. Marco interpretativo de la construcción del conocimiento en clases de ciencias*. *Campo Abierto* 31(2)113-137. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4168092.pdf>
- Selby, C. y Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: the Developing Definition*. University of Southampton.
- Solaz, J. y Sanjosé, V. (2008). *Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza*. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación* 1(1), 147-162. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281021687010>
- Stone, M. (1999). *La enseñanza para la comprensión*. Vinculación entre la investigación y la práctica. Paidós.
- Vicario, C. (2009). *Construccionismo. Referente sociotecnopedagógico para la era digital*. *Innovación Educativa* 9(47), 45-50. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179414895005>
- Wing, J. (2006). *Computational thinking*. *Communications of the ACM* 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>