

# Fomento del pensamiento computacional a través de la resolución de problemas en estudiantes de ingeniería de reciente ingreso en una universidad pública de la región andina del Perú

Ronald Paucar-Curasma<sup>1</sup>, Klinge Orlando Villalba-Condori<sup>2</sup>, Sinche Crispín Fernando Viterbo<sup>3</sup>, Jara Jara Nolan<sup>4</sup>, Unsihuay Tovar Roberto Florentino<sup>4</sup>, Rondon David<sup>5</sup>

[rpauca@unat.edu.pe](mailto:rpauca@unat.edu.pe); [kvillalba@ucsm.edu.pe](mailto:kvillalba@ucsm.edu.pe); [fernando.sinche@unh.edu.pe](mailto:fernando.sinche@unh.edu.pe); [njaraj@unmsm.edu.pe](mailto:njaraj@unmsm.edu.pe); [rungsihuayt@unmsm.edu.pe](mailto:rungsihuayt@unmsm.edu.pe); [drondon@continental.edu.pe](mailto:drondon@continental.edu.pe)

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Jr. Bolognesi N° 416, 09000, Pampas, Tayacaja, Huancavelica, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Católica de Santa María, San Jose s/n, Yanahuara, 04001, Arequipa, Peru.

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Av. Perú S/N, 09160, Daniel Hernández Morillo, Tayacaja, Huancavelica, Perú.

<sup>4</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Calle Germán Amézaga N° 375, 15001, Lima, Perú.

<sup>5</sup> Universidad Continental, Av. los Incas, 04002, Arequipa, Perú.

DOI: 10.17013/risti.48.23-40

**Resumen:** En el artículo, los autores proponen proyectos tecnológicos para desarrollar el pensamiento computacional siguiendo las fases de la resolución de problemas: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y revisión de la solución. Durante la ejecución de los proyectos, los alumnos realizaron actividades, como elaboración de algoritmos, programación de la placa Arduino y sensores desde una interfaz amigable y lúdica como el mBlock; así como la depuración de programas hasta obtener los resultados esperados; estas actividades realizadas por los alumnos, repercutieron en los procesos cognitivos (razonamiento, toma de decisiones, comprensión del entorno, lógica, etc.), prácticas y perspectivas tecnológicas. Se ha demostrado que existe causalidad entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de la resolución de problemas en un entorno de estudiantes de ingeniería de reciente ingreso a la universidad. Para el análisis de la relación entre las habilidades del pensamiento computacional y resolución de problemas se utilizó la prueba estadística de correlación de Pearson a través del software SPSS.

**Palabras-clave:** pensamiento computacional; resolución de problemas; estudiantes de ingeniería, proyecto tecnológico.

*Promotion of computational thinking through problem-solving in recently admitted engineering students at a public university in the Andean region of Peru*

**Abstract:** In the article, the authors propose technological projects to develop computational thinking following the phases of problem-solving: understanding the problem, elaboration of the plan, execution of the plan and revision of the solution. During the execution of the projects, the students carried out activities, such as the elaboration of algorithms, programming of the Arduino board and sensors from a friendly and playful interface such as the mBlock; as well as the debugging of programs until obtaining the expected results; These activities carried out by the students had an impact on cognitive processes (reasoning, decision making, understanding of the environment, logic, etc.), practices and technological perspectives. It has been shown that there is a causality between computational thinking skills and problem-solving phases in an environment of engineering students who have just entered university. For the analysis of the relationship between computational thinking skills and problem solving, the Pearson correlation statistical test was used through SPSS software.

**Keywords:** computational thinking; problem-solving; engineering students; technological project.

## 1. Introducción

En América Latina, los países son heterogéneos y cada país en su interior es heterogéneo; existen diferencias entre zonas rurales y urbanas, existen estudiantes de niveles socioeconómicos altos y bajos, existen diversos niveles culturales, y más aún existen diferencias pronunciadas entre colegios rurales y urbanos con respecto a la calidad educativa. En las últimas dos evaluaciones PISA en países latinoamericanos, los resultados muestran que Perú fue el más crítico, donde el 90% de los estudiantes no lograron las competencias lectoras, y el 95% de los estudiantes no lograron las competencias matemáticas, consideradas claves para que los ciudadanos puedan desenvolverse en el mundo actual y aportar al desarrollo del país (Trucco, 2016). Las desigualdades en el sector educativo se manifiestan de diversas maneras, una de ellas es el uso eficaz de las TIC, no solo como simples usuarios de tecnologías, sino fortalecer las habilidades cognitivas (Sunkel & Trucco, 2010). Estas desigualdades en el sector educativo son muy marcadas en las regiones del Perú, repercutiendo en una deficiente formación académica en los estudiantes que están ingresando a las universidades públicas de la región Huancavelica del Perú, donde los alumnos presentan competencias bajas en la resolución de problemas, razonamiento matemático, lógica, comprensión lectora, y en habilidades de abstracción, pensamiento crítico, reconocimiento de patrones y trabajo en equipo (Sobreira et al., 2020).

En recientes estudios, el pensamiento computacional (PC) está tomando mayor interés en todos los niveles del sector educativo, como apoyo fundamental en el fortalecimiento de habilidades en la resolución de problemas en los estudiantes, más aún en estudiantes con limitadas competencias en razonamiento matemático y lógica (Molina et al., 2020; Paucar-Curasma et al., 2021). El PC es el tipo del pensamiento que ayuda en la resolución de los problemas; donde, las soluciones están representados como pasos y algoritmos computacionales (Grover & Pea, 2013). En las últimas definiciones del PC, a parte de las habilidades computacionales, los autores resaltan el desarrollo de las competencias en las personas; dichas competencias, son: habilidades para enfrentar a problemas complejos, persistencia, tratamiento y confianza en la resolución de problemas complejos; por lo

tanto, hoy en día el PC es una habilidad importante para la resolución de problemas, en el ámbito académico y social (Neo et al., 2021; Weintrop et al., 2016); no solo para estudiantes de STEM, sino también para estudiantes de otras disciplinas (Wing, 2006).

Diversos autores manifiestan que el pensamiento computacional y las técnicas de resolución de problemas se complementan en la generación de competencias académicas en los estudiantes (Ubaidullah et al., 2021); una de las técnicas más usadas en la resolución de problemas es la propuesta de Polya (1945) que está formado por cuatro fases o procesos para la resolución de problemas de manera secuencial y ordenado, las fases son: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y revisión de la solución. Las ventajas de utilizar el método de Pólya permite en los estudiantes de ingeniería a mejorar la capacidad analítica y comprensión de la problemática; fortalecer habilidades para plantear estrategias de manera ordenada y secuencial en la resolución de problemas; emplear estrategias para ejecutar de manera acertada un plan de actividades elaborados en la fase anterior; finalmente fortalecer la capacidad crítica para evaluar las funcionalidades del producto y su respectiva validación (Molina et al., 2020).

En el presente artículo se desarrolla las habilidades del pensamiento computacional siguiendo las fases de resolución de problemas en estudiantes de reciente ingreso a la carrera de ingeniería en una universidad pública ubicado en los andes del Perú; la estrategia educativa está basado en la propuesta de proyectos tecnológicos en aula; una vez finaliza los proyectos tecnológicos, se evaluaron las habilidades del pensamiento computacional y fases de resolución de problemas en dos periodos en el 2021-II y 2022-I; así también se evaluaron la relación entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas, mediante la correlación de Pearson.

## 2. Revisión de literatura

### 2.1. Pensamiento computacional en la educación superior

Diversos autores manifiestan la importancia y beneficios del pensamiento computacional en la educación superior, resaltan la habilidad de abstracción y el pensamiento algorítmico en el fortalecimiento de competencias en comprensión lectora y en la resolución de problemas complejos siguiendo métodos algorítmicos (Alegre et al., 2020; da Silva et al., 2020; Harangus & Kátai, 2020); también, señalan que la programación ayuda a comprender y desarrollar actividades de matemáticas y otras disciplinas que pueden resultar abstractos o complejos; esto implica desarrollar programas mediante la computadora para resolver problemas de matemáticas u otras áreas, que involucra técnicas de gamificación que ayudan a mejorar competencias en programación (Morales et al., 2021; et al., 2021); así, también señalan el uso de herramientas basado en programación por bloques y hardware, generan interés y motivación en los estudiantes; así, como, trabajo en equipo y resolución de problemas mediante habilidades de abstracción, descomposición y pensamiento algorítmico. También, relacionan directamente el desarrollo de las habilidades comunes a través de la programación creativa y la innovación (Fang et al., 2017). Finalmente, Kules (2016) adiciona el pensamiento crítico como una forma de razonamiento e intercambio de ideas previo

a la resolución problemas a través de las habilidades del pensamiento computacional. Con respecto a las habilidades claves del PC, la mayoría de los investigadores consideran a la abstracción, descomposición, diseño algorítmico, generalización y la evaluación (Bordignon & Iglesias, 2018; Selby, 2015). La abstracción es el proceso de decidir o ignorar los detalles o características de una cosa; la descomposición es el proceso de descomponer un problema complejo en partes mucho más pequeñas y factibles; la generalización incluye descubrir similitudes o patrones en cualquier problema complejo o problema descompuesto; el diseño algorítmico es un conjunto de reglas o instrucciones bien planteadas, ordenadas secuencialmente y finitas, que permite realizar o ejecutar una tarea siguiendo pasos establecidos sucesivamente de manera segura, para llegar a la solución de un problema identificado; y la evaluación para reconocer y determinar los alcances de realizar procesos, en términos de eficiencia y uso de recursos.

## 2.2. Resolución de problemas

La resolución de problemas o resolver un problema es un proceso cognitivo para obtener un objetivo para el individuo que lo resuelve. La resolución de problemas, en sus procesos está conformado por los factores cognitivos: la planificación, una habilidad de pensar, ser críticos y contar con argumentos propios para tomar decisiones (Mayoral et al., 2015).

En la literatura científica, se han contextualizado la problemática y las técnicas o métodos de resolución de problemas; donde, cada problema tiene su particularidad por lo que no existe un procedimiento único que garantice su solución, sino varios procedimientos que indican los pasos o fases a seguir para resolver un problema (Iversen et al., 2018; Iwata et al., 2020; Kwon et al., 2021; Neo et al., 2021; Svarre & Burri, 2019). Se ha evidenciado en las diferentes investigaciones por lo general, en la solución de cualquier problema se pueden identificar cuatro etapas, fases o procesos: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y revisión de la solución (Molina et al., 2020; Polya, 1945); estos cuatro fases permiten resolver de manera secuencial la problemática identificada; las ventajas de utilizar el método de Pólya en la resolución de problemas, permite en los alumnos a mejorar la capacidad analítica y comprensión de la problemática; fortalecer habilidades para plantear estrategias de manera ordenada y secuencial en la resolución de problemas; emplear estrategias para ejecutar de manera acertada un plan de actividades elaborados en la fase anterior; finalmente fortalecer la capacidad crítica para evaluar las funcionalidades del producto y su respectiva validación.

## 2.3. Pensamiento computacional y resolución de problemas

Wing (2006) definió el pensamiento computacional, como la resolución de problemas, el diseño de los sistemas y la comprensión del comportamiento humano haciendo uso de los conceptos fundamentales de las ciencias de la computación. Diversos autores, también contribuyeron en la definición, señalando que una de las razones fundamentales del pensamiento computacional es la resolución de problemas, y para resolver problemas se debe seguir un conjunto de procesos o fases para llegar a la solución; también, al pensamiento computacional se suman otros enfoques de aprendizaje basado en problemas, que fortalecen el pensamiento crítico, considerado como una fase previa al pensamiento computacional; además, estos enfoques fortalecen

las habilidades de comunicación al presentar los resultados de los proyectos; asimismo, pueden brindar oportunidades para trabajar en equipo, buscar, analizar, sintetizar materiales de investigación y aprender a lo largo de la vida (Marais & Bradshaw, 2015; Sáez-López et al., 2021; Wing, 2006). Recientemente, Román-González (2022) define “el pensamiento computacional es la capacidad (humana) de resolver problemas y expresar ideas haciendo uso de conceptos, prácticas y perspectivas propias de las Ciencias de la Computación”. También, Rabiee & Tjoa (2017) manifiesta que la aplicabilidad del pensamiento computacional debe ser visto en la práctica como un concepto universal y una herramienta de resolución de problemas del mundo real.

Como tal enfoque, el pensamiento computacional ha ganado popularidad y se ha enfatizado como un medio eficaz para comprender y resolver problemas complejos mediante el uso de conceptos y técnicas de las ciencias de la computación (Wing, 2008). Como proceso de cómputo, el pensamiento computacional comienza confrontándose con problemas, cuya solución implica el uso de las habilidades de descomposición, generalización, abstracción, automatización, algoritmos y evaluación (Barr & Stephenson, 2011; Wing, 2008). Con base en la similitud entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas, que también ha sido reconocida en la investigación de Voogt et al. (2015), se afirma que el pensamiento computacional es una forma específica de resolución de problemas; donde cada habilidad del pensamiento computacional está ubicado dentro de un proceso o fase de resolución de problemas, pero también proporciona una descripción más específica para los procesos de aprendizaje que reflejan técnicas y conceptos de las ciencias de la computación. Desde tal perspectiva, un alumno involucrado en el pensamiento computacional también puede considerarse involucrado en las fases de resolución de problemas (Kale & Yuan, 2021). Para conocer la relación existente entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas, se han analizado los diferentes estudios de los investigadores, cuyos resultados se muestran en la Tabla 1; donde, las abreviaciones de las habilidades del pensamiento computacional son: ABS (Abstracción), DESC (Descomposición), GEN (Generalización), ALG (Diseño algorítmico) y EVA (Evaluación); con respecto a las fases de resolución de problemas, se ha observado que los autores coinciden con la mayoría de las fases.

<b>FASES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	<b>HABILIDADES DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL</b>				
Por Ubaidullah et al. (2021)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Comprensión/definición	X				
Planificación		X	X		
Diseño				X	
Codificación		X		X	X
Evaluación			X		X
Por Jeng et al. (2019)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Reconocimiento del problema.	X				
Desarrollo de estrategia de solución		X	X		
Organización del conocimiento sobre el problema				X	

<b>FASES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	<b>HABILIDADES DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL</b>				
Evaluación de la solución					X
Por Joshua Levi Weese & Feldhausen (2017)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Simplificación del problema	X				
División del problema en partes más pequeñas		X			
Lista de pasos para resolver			X		
Por Maharani et al. (2019)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Decisión sobre el objeto	X				
Formulación de la solución			X		
División de problemas complejos		X			
Diseño paso a paso para resolver el problema				X	
Identificación para corregir errores					X
Por Kale & Yuan (2021)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Comprensión del problema	X				
Plan y monitoreo	X	X	X		
Ejecución				X	
Verificar/reflexionar					X
Por Rabiee & Tjoa (2017)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Identificación/comprensión del problema	X				
Desglose del problema principal		X			
Desarrollo de soluciones			X	X	
Implementación				X	X
Validación					X
Por Pedaste et al. (2019)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Identificación del problema	X	X			
Selección de estrategias				X	
Ejecución de estrategias				X	
Revisión de los resultados			X		X

Tabla 1 – Fase de resolución de problemas y habilidades del pensamiento computacional

De los resultados obtenidos de la Tabla 1, se han encontrado aproximadamente 30 fases que indican los pasos o fases a seguir para resolver un problema; los demás fases fueron mencionados con diferentes vocabularios (sinónimos) por los autores; por lo tanto, en cualquier problema se pueden identificar cuatro etapas o fases: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y revisión de la solución; señalado también estas cuatro fases en otras investigaciones (Molina et al., 2020; Polya, 1945; Voogt et al., 2015). Para cada una de las cuatro fases de resolución de problemas existen similitud o equivalencias identificadas en el estudio; por ejemplo, la

fase de comprensión del problema es similar o equivalente a la fase de “comprensión/definición”, “reconocimiento del problema”, “simplificación del problema”, “decisión sobre el objeto”, “comprensión del problema”, “identificación/comprensión del problema” e “identificación del problema”; la fase de elaboración del plan es similar a la fase de “planificación”, “desarrollo de estrategias de solución”, “división del problema en partes más pequeñas/lista de pasos para resolver”, “formulación de la solución/división de problemas complejos”, “plan y monitoreo”, “desglose del problema principal” y “selección de estrategias”; la fase de ejecución del plan es similar o equivalente a la fase de “diseño y codificación”, “diseño paso a paso para resolver el problema”, “ejecución”, “desarrollo de soluciones/ implementación” y “ejecución de estrategias”; mientras la fase de revisión de la solución es equivalente a la fase de “evaluación”, “evaluación de la solución”, “identificación para corregir errores”, “verificación/reflexión”, “validación” y “revisión de los resultados”. En la Tabla 2 se muestra el resumen de la relación entre las cuatro fases de resolución de problemas y las cinco habilidades claves del pensamiento computacional.

<b>FASES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	<b>HABILIDADES DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL</b>				
	<b>ABS</b>	<b>DES</b>	<b>GEN</b>	<b>ALG</b>	<b>EVA</b>
Comprensión del problema	X				
Elaboración del plan		X	X		
Ejecución del plan				X	
Revisión de la solución					X

Tabla 2 – Resumen de relación de fases de resolución de problemas y habilidades del pensamiento computacional

### 3. Metodología

Los participantes en la investigación fueron 37 alumnos de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT) y 49 alumnos de la carrera de ingeniería de sistemas de la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH), ambas carreras ubicadas en la provincia de Tayacaja de la región Huancavelica, situada en los Andes del Perú. Los participantes fueron estudiantes de reciente ingreso a la UNAT y UNH en el periodo 2021-II y 2022-I, respectivamente; estudiantes que cursaron el primer año de estudios en la universidad.

Para conocer las habilidades iniciales del pensamiento computacional de los alumnos recién ingresantes, se utilizaron 05 reactivos sobre pensamiento computacional (Rojas, 2019); estos reactivos están relacionados con las habilidades de descomposición, abstracción, generalización, diseño algorítmico y evaluación del pensamiento computacional.

El instrumento utilizado para la recolección de datos correspondiente a las habilidades del pensamiento computacional, es el Test de Pensamiento Computacional (TPC) de Román-Gonzalez (2015); test validado en criterio y convergencia; inicialmente (versión 1.0) el instrumento estaba compuesto de 40 ítems de longitud; actualmente, el

instrumento cuenta con 28 ítems (versión 2.0); cada uno de los 28 ítems está diseñado y caracterizado en cinco ejes (concepto computacional abordado, entorno-interfaz del ítem, estilo de las alternativas de respuesta, existencia o inexistencia de anidamiento y tarea requerida). Tratándose de alumnos de reciente ingreso y en su mayoría provenientes de colegios rurales con baja calidad educativa, el instrumento se adecua correctamente al nivel cognitivo de los estudiantes de reciente ingreso a la universidad, que oscilan con edades de 16 y 17 años en su mayoría.

El instrumento para la recolección de datos correspondiente a la resolución de problemas está basado en la propuesta de Molina et al., 2020; Ortega & Asensio (2021); estructurado de acuerdo al método de resolución de problemas de Polya (1945); este método está compuesto por cuatro fases: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y verificación de la solución; formado por 22 ítems en total. La fase de comprensión del problema consta de 7 ítems, la fase de elaboración del plan por 5 ítems, la fase ejecución del plan por 5 ítems y la fase de revisión de la solución por 7 ítems; cada ítem es contestado según la escala de Likert, donde un 1 es un “no” y un 5 es un “sí”; mientras los valores intermedios tomando los valores según el grado de acuerdo o desacuerdo.

Para el procesamiento de datos obtenidos de la investigación se utilizó las herramientas estadísticas, como la estadística descriptiva (media y desviación estándar); así, también, la estadística inferencial (correlación de Pearson) para correlacionar las habilidades del pensamiento computacional y la resolución de problemas. La herramienta informática para la interpretación de datos se utilizó el software estadístico SPSS en su versión 25.

## 4. Resultados

### 4.1. Estrategia educativa mediante propuesta de proyectos tecnológicos

Ante de asignar los proyectos tecnológicos al grupo de alumnos, al inicio de los semestres o periodos académicos 2021-II y 2022-I se aplicaron un test inicial en base a 5 reactivos para conocer las habilidades preliminares del pensamiento computacional en los alumnos de reciente ingreso a la universidad. En la Tabla 3 se muestran los proyectos tecnológicos propuestos a los alumnos de acuerdo a los resultados obtenidos en el test inicial; esta forma de distribución de los proyectos tecnológicos, es con la finalidad de que los integrantes de cada grupo inicien con las mismas competencias (ritmos, estilos y procesos de aprendizaje), para que así puedan tener las mismas oportunidades de ejecutar las actividades de los proyectos; así, también, el docente pueda utilizar diversas estrategias educativas para satisfacer las necesidades académicas de cada grupo. Los proyectos tecnológicos están relacionados con la problemática del contexto de los estudiantes.

Resultados test inicial	ID	Proyectos tecnológicos 2021-II
Respuestas correctas	P1-2021	Monitoreo de la producción de hortalizas en invernaderos en la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja de la región Huancavelica
	P2-2021	Implementación de un prototipo de monitoreo del nivel del agua en el reservorio de Viñas de la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja



<b>Resultados test inicial</b>	<b>ID</b>	<b>Proyectos tecnológicos 2021-II</b>
1 respuesta incorrecta	P3-2021	Implementación de un sistema de control y seguridad en un mercado de abastos
2 respuestas incorrecta	P4-2021	Prototipo de apagado y encendido automático de alumbrado público para la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja de la región Huancavelica
3 respuestas incorrecta	P5-2021	Pizarra inteligente para el aprendizaje en aulas unidocentes de la ciudad de Pampas de la región Huancavelica
4 respuestas incorrectas	P6-2021	Monitoreo de residuos sólidos en la ciudad de pampas
<b>Resultados test inicial</b>	<b>ID</b>	<b>Proyectos tecnológicos 2022-I</b>
Respuestas correctas	P1-2022	Juegos de leds en la enseñanza de operaciones matemáticas básicas para estudiantes de educación primaria de la ciudad de pampas de la región de Huancavelica
	P2-2022	Prototipo de alarma de detección automática de distancia para vehículos en la región de Huancavelica
1 respuesta incorrecta	P3-2022	Bastón inteligente con sensores para personas con discapacidad visual en la ciudad de Pampas -Huancavelica
2 respuestas incorrecta	P4-2022	Monitoreo de la temperatura y humedad con un sistema de riego automatizado en la producción de vegetales en la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja de la región Huancavelica
	P5-2022	Sistema de seguridad de animales en la región de Huancavelica
3 respuestas incorrecta	P6-2022	Monitoreo y control de humedad y temperatura en el invernadero en la región de Huancavelica
	P7-2022	Casa domótica para la seguridad y tranquilidad de los hogares en la ciudad de Pampas, Tayacaja
4 respuestas incorrectas	P8-2022	Implementación de un prototipo de bioseguridad frente al covid-19 en la escuela profesional de ingeniería de sistemas
	P9-2022	Monitoreo de los residuos sólidos en los domicilios de la ciudad de Pampas Tayacaja Huancavelica

Tabla 3 – Propuesta de proyectos tecnológicos

La ejecución de los proyectos tecnológicos se desarrolló durante 16 semanas en el aula, siguiendo las cuatro fases de resolución de problemas, para ambos semestres. Las actividades de la fase de comprensión del problema, se distribuyó en 5 semanas; en esta fase el docente de aula ha desarrollado ejercicios sobre abstracción; los alumnos presentaron el planteamiento del problema de sus proyectos a través de organizadores visuales. Las actividades de la fase de elaboración del plan, tuvo una duración de 2 semanas; en esta fase el docente ha desarrollado ejercicios de descomposición y generalización; los alumnos identificaron actividades de otros proyectos para utilizarlo en sus proyectos, donde presentaron un conjunto de actividades para solucionar el problema identificado. Las actividades de la fase de ejecución del plan, tuvo una duración de 5 semanas; en esta fase el docente ha desarrollado ejercicios prácticos

sobre diseño algorítmico aplicado a las tareas comunes de las personas (Bordignon & Iglesias, 2018); así también ejercicios utilizando el entorno de programación mBlock, placa Arduino y usos de sensores (temperatura, humedad, ultrasonido, luz, obstáculo, etc.); los alumnos presentaron avance de sus proyectos, donde han mostrado programas en mBlock, implementaciones de circuitos, programación de microcontroladores y sensores. Las actividades de la fase de revisión de la solución, tuvo una duración de 1 semana; los alumnos evaluaron el funcionamiento de sus prototipos; el docente realizó retroalimentación para mejorar el funcionamiento de sus prototipos. En la Figura 1 se muestran los resultados de los proyectos tecnológicos ejecutados identificados por su ID, que consisten en prototipos desarrollados por los alumnos en el semestre 2021-II y 2022-I, que incluyen componentes de hardware y software.

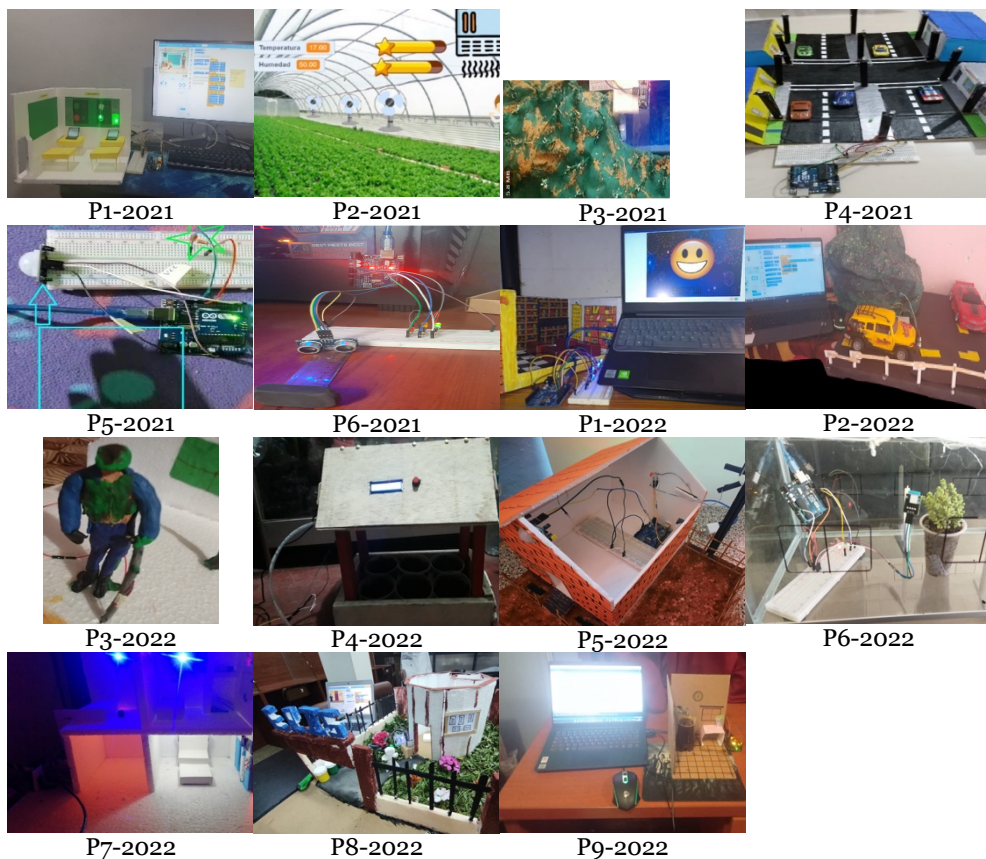


Figura 1 – Resultados de los proyectos tecnológicos ejecutados en el periodo 2021-II y 2022-I

#### 4.2. Evaluación del pensamiento computacional y resolución de problemas

En el semestre 2021-II, los datos recolectados de las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas corresponden a 37 alumnos de la

carrera de ingeniería industrial; mientras, para el semestre 2022-I los datos recolectados corresponden a 49 alumnos de la carrera de ingeniería de sistemas. En la Tabla 4 se muestran la confiabilidad según el alfa de Cronbach de los datos recolectados en relación al pensamiento computacional y resolución de problemas.

Pensamiento computacional		
Semestre	Alfa de Cronbach	N de elementos
2021-II	0,793	28
2022-I	0,799	28
Resolución de problemas		
Semestre	Alfa de Cronbach	N de elementos
2021-II	0,965	24
2022-I	0,924	24

Tabla 4 – Alfa de Cronbach de los datos recolectados

La evaluación de las habilidades del pensamiento computacional se realizó a través de test de Román-Gonzalez (2015); donde, las habilidades están relacionadas con los 28 ítems del test (Puhlmann, 2017; Viale & Deco, 2019): abstracción (1-3, 7, 11-15, 21-23 y 25-28), descomposición (4-7, 10-13, 15, 21-23 y 25-28), generalización (4-6, 8-12, 14, 15, 17-18, 20, 22, 23 y 25-28), diseño algorítmico (1-28) y evaluación (3, 7, 10, 11, 15, 16, 19, 20 y 23-28). En la Figura 2 se muestran los promedios de los porcentajes acertados de la cantidad de ítems de las habilidades de pensamiento computacional en el semestre 2021-II y 2022-I; en este último semestre los alumnos acertaron más del 60% de habilidades; se observa también, en el periodo 2021-II, el mayor porcentaje de habilidad acertada es abstracción, seguido de diseño algorítmico, generalización, descomposición y evaluación; mientras para el semestre 2022-I, el mayor porcentaje de habilidad acertada es diseño algorítmico, seguido de generalización, evaluación, abstracción y descomposición

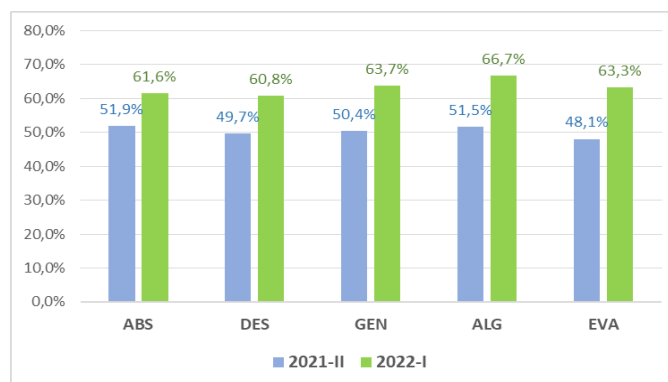


Figura 2 – Promedios de los porcentajes acertados del pensamiento computacional

Para la evaluación de las fases de resolución de problemas, se recolectaron datos según la escala de Likert, donde un 1 es un “no” y un 5 es un “si”; mientras los valores intermedios tomando los valores según el grado de acuerdo o desacuerdo. En la Tabla 5 se muestran los promedios valorados para cada fase de resolución de problemas por los alumnos en el semestre 2021-II y 2022-I; las fases de resolución de problemas están abreviadas: PRO=Comprensión del problema, ELA=Elaboración del plan, EJE=Ejecución del plan y REV=Revisión de la solución. Para el periodo 2021-II, la fase de comprensión del problema es la que presenta mejor valoración, seguido de la revisión de solución, ejecución del plan y elaboración del plan; con respecto a la desviación estándar, la fase de comprensión del problema tiene el menor valor (0.73152), seguido de elaboración del plan (0.87987), revisión de la solución (0.91321) y ejecución del plan (0.91936). Para el periodo 2022-I; la fase de ejecución del plan es la que presenta mejor valoración por los alumnos, seguido de comprensión del problema, revisión de solución y elaboración del plan; con respecto a la desviación estándar, la fase de revisión de la solución tiene el menor valor (0.68461), seguido de comprensión del problema (0.68602), ejecución del plan (0.69586) y elaboración del plan (0.74024). Se observa que para los semestres 2021-II y 2022-I, el promedio de las fases de resolución de problemas son casi homogéneos en su valoración según la escala de Likert.

	2021-II			2022-I		
	N	Media	Desviación estándar	N	Media	Desviación estándar
PRO	37	3,5981	0,73152	49	3,6765	0,68602
ELA	37	3,3838	0,87987	49	3,2531	0,74024
EJE	37	3,5243	0,91936	49	3,7510	0,69586
REV	37	3,5246	0,91321	49	3,5133	0,68461

Tabla 5 – Promedio total de la fase de resolución de problemas

### 4.3. Evaluación de la correlación de Pearson entre la resolución de problemas y el pensamiento computacional

En la Tabla 6 se muestran los resultados de la prueba estadística de correlación de Pearson entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas. Para el periodo 2021-II, se observa que existe correlación moderada positiva entre la fase de ejecución del plan y la habilidad de diseño algorítmico; entre la fase de revisión de la solución y la habilidad de evaluación existe una correlación débil positiva; entre la fase de comprensión del problema y la habilidad de abstracción existe una correlación débil positiva; entre la fase de elaboración del plan y las habilidades de descomposición y generalización no existen correlación. Para el periodo 2021-II, se observa que existe correlación moderada positiva entre la fase de ejecución del plan y la habilidad de diseño algorítmico; entre la fase de revisión de la solución y la habilidad de evaluación existe una relación débil positiva; entre la fase de comprensión del problema y la habilidad de abstracción existe una relación débil positiva; entre la fase de elaboración

del plan y las habilidades de descomposición y generalización existen una correlación débil positiva.

		2021-II					2022-I				
		ABS	DES	GEN	ALG	EVA	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
PRO	Correlación de Pearson	0,352*					0,366**				
	Sig. (bilateral)	0,033					0,010				
	N	37					49				
ELA	Correlación de Pearson		0,292	0,287				0,340*	0,339*		
	Sig. (bilateral)		0,079	0,085				0,017	0,017		
	N		37	37				49	49		
EJE	Correlación de Pearson				0,491**					0,492**	
	Sig. (bilateral)				0,002					0,000	
	N				37					49	
REV	Correlación de Pearson					0,381*					0,415**
	Sig. (bilateral)					0,020					0,003
	N					37					49

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

Tabla 6 – Correlación de Pearson

## 5. Discusiones

De acuerdo a los resultados estadísticos de la correlación de Pearson, la habilidad de abstracción del pensamiento computacional está relacionada con la fase de comprensión del problema de resolución de problemas; este primer fase de comprensión del problema contribuiría de manera positiva en el desarrollo de la habilidad de abstracción (Ubaidullah et al., 2021); se ha observado que los alumnos representaron la problemática del proyecto en mapas mentales, caracterizando su representación en algo simple el problema complejo; por lo tanto, la abstracción es pensar en el mapeo de una representación básica a una representación nueva pero más simple (Liu & Wang, 2010). La fase de elaboración del plan de resolución de problemas no está correlacionada con las habilidades de descomposición y generalización en el semestre 2021-II; si bien es cierto no existe correlación, pero los alumnos en esta fase de elaboración del plan, planificaron la solución del problema dividiendo en varios subproblemas manejables, donde planificaron la adquisición de dispositivos electrónicos, el diseño del hardware,

la implementación del hardware, la elaboración de programas, etc., lo que refleja de cerca las características de la habilidad de descomposición (Jeng et al., 2019; Weese & Feldhausen, 2017); por lo tanto, la actividad de la elaboración del plan contribuiría de manera positiva en el desarrollo de la habilidad de descomposición; también la fase de elaboración del plan contribuiría en el desarrollo de la habilidad de generalización, esto se corroboró con las actividades realizados por los alumnos, como la identificación de actividades similares (reconocimiento de patrones) en otros proyectos, del cual extrajeron parte de la solución para aplicarlos a sus proyectos (Kale & Yuan, 2021). La habilidad de diseño algorítmico está correlacionada con la fase de ejecución del plan; esta fase contribuiría positivamente en el desarrollo de la habilidad de diseño algorítmico; donde los alumnos ejecutaron las actividades de manera ordenada y paso a paso; implementaron la placa Arduino con sensores, elaboraron algoritmos, depuraron programas, etc.; esta forma de trabajar de manera ordenada y paso a paso son características propias del diseño algorítmico (Rabiee & Tjoa, 2017). La habilidad de evaluación está correlacionada con la fase de revisión de la solución; la fase de revisión de la solución contribuiría de manera positiva en el desarrollo de la habilidad de evaluación; se ha observado que los estudiantes al programar mediante mBlock la placa Arduino y sensores, fueron probando y corrigiendo constantemente hasta obtener los resultados esperados, según los criterios de legibilidad y optimización; por lo tanto, los estudiantes podrían desarrollar su habilidad de evaluación, considerado importante para desarrollar de manera eficaz y efectivo programas para computadoras; así como la implementación de hardware aplicado a cualquier contexto (Pedaste et al., 2019; Ubaidullah et al., 2021)

## 6. Conclusiones

La ejecución de los proyectos tecnológicos siguiendo las fases de resolución de problemas han contribuido en el desarrollo de las habilidades del pensamiento computacional en los alumnos de ingeniería de reciente ingreso a la universidad. El uso de los recursos tecnológicos, como la placa Arduino, sensores electrónicos y software mBlock para resolver problemas del contexto de su ciudad o región, motivaron a los alumnos a realizar actividades, como la elaboración de algoritmos, programación de la placa Arduino, configuración de sensores y desarrollo de una interfaz amigable y lúdica mediante el mBlock; así como la depuración de programas hasta obtener los resultados esperados; este conjunto de actividades, repercutieron en los procesos cognitivos de los alumnos (razonamiento, toma de decisiones, comprensión del entorno, lógica, etc.); así también en las prácticas y perspectivas tecnológicas. Estas actividades fácilmente se podrían desarrollar en los cursos de algoritmos, introducción a la programación, gestión de la información y cursos afines, y serían una plataforma práctica para ayudar a los alumnos a adquirir una habilidad importante en el contexto actual del siglo XXI, no solo en alumnos de ingeniería, sino en otras disciplinas, como ciencias sociales, comunicaciones, artes, etc.

La resolución de problemas utilizando los recursos tecnológicos fomenta el desarrollo del pensamiento computacional en los alumnos de ingeniería de reciente ingreso a la universidad. Para obtener los resultados óptimos en el desarrollo de las habilidades del pensamiento computacional en los alumnos, el docente del aula debe monitorear

constantemente la ejecución de los proyectos en cada etapa o fase de la resolución de problemas; así también el docente debe realizar retroalimentación en las actividades del proyecto; más aún en estudiantes que provienen de las zonas alejadas o rurales, que muchas veces interactúan por primera vez con dispositivos electrónicos y software de programación.

Durante la aplicación de la estrategia educativa en el aula a través de los proyectos tecnológicos para el desarrollo del pensamiento computacional, se recomienda aplicar un test inicial para conocer las habilidades del pensamiento computacional en los alumnos de reciente ingreso a la universidad; según los resultados del test se deberían formar grupos o equipos de trabajo para ejecutar el proyecto en el aula; de esta manera se tendrá grupos con integrantes homogéneos con similares ritmos, estilos y procesos de aprendizaje; además, el docente podrá utilizar diversas estrategias educativas para satisfacer las necesidades académicas de cada grupo.

## Referencias

- Alegre, F., Moreno, J., Dawson, T., Tanjong, E. E., & Kirshner, D. H. (2020). Computational Thinking for STEM Teacher Leadership Training at Louisiana State University. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/RESPECT49803.2020.9272455>
- Barr, B. V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bordignon, F., & Iglesias, A. (2018). Introducción al Pensamiento Computacional. En, *Innovación y Práctica para el Aprendizaje*. EDUCAR S.E. <https://unipe.educar.gov.ar/unipe>
- da Silva, T. S. C., de Melo, J. C. B., & Tedesco, P. (2020). The creative process in the development of computational thinking in higher Education. En, *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education (Vol. 1, pp. 215-226)*. SciTePress. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091441415&partnerID=40&md5=ed29efdb47cec9249a9c71fcc5e58648>
- Fang, A.-D., Chen, G.-L., Cai, Z.-R., Cui, L., & Harn, L. (2017). Research on blending learning flipped class model in colleges and universities based on computational thinking - «Database principles» for example. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 5747-5755. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01024a>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Harangus, K., & Kátai, Z. (2020). Computational thinking in secondary and higher Education. *Procedia manufacturing*, 46,615-622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.088>

- Iversen, O. S., Smith, R. C., & Dindler, C. (2018). From Computational Thinking to Computational Empowerment: A 21 st Century PD Agenda. <https://doi.org/10.1145/3210586.3210592>
- Iwata, M., Laru, J., & Mäkitalo, K. (2020). Designing problem-based learning to develop computational thinking in the context of K-12 maker education. *CEUR Workshop Proceedings*, 2755, 103-106.
- Jeng, H. L., Liu, L. W., & Chen, C. N. (2019). Developing a Procedural Problem-solving-based Framework of Computational Thinking Components. *Proceedings - 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI 2019*, 272-277. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2019.00061>
- Kale, U., & Yuan, J. (2021). Still a New Kid on the Block? Computational Thinking as Problem Solving in Code.org. *Journal of Educational Computing Research*, 59(4), 620-644. <https://doi.org/10.1177/0735633120972050>
- Kules, B. (2016). Computational thinking is critical thinking: Connecting to university discourse, goals, and learning outcomes. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 53(1), 1-6. <https://doi.org/10.1002/pr2.2016.14505301092>
- Kwon, K., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Brush, T. A., Jeon, M., & Yan, G. (2021). Integration of problem-based learning in elementary computer science education: effects on computational thinking and attitudes. *Educational Technology Research and Development*, 69, 2761-2787. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10034-3>
- Liu, J., & Wang, L. (2010). Computational thinking in discrete mathematics. 2nd International Workshop on Education Technology and Computer Science, ETCS 2010, 1, 413-416. <https://doi.org/10.1109/ETCS.2010.200>
- Maharani, S., Kholid, M. N., NicoPradana, L., & Nusantara, T. (2019). Problem Solving in the Context of. *Infinty: Journal of Mathematics Education*, 8(2), 109-116.
- Marais, C., & Bradshaw, K. (2015). Problem-solving ability of first year CS students: A case study and intervention. *Proceedings of the 44th Conference of the Southern African Computer Lecturers' Association (SACLA)*, July, 154-160.
- Mayoral, S., Roca, M., Timoneda, C., & Serra, M. (2015). Mejora de la capacidad cognitiva del alumnado de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Aula Abierta*, 43(1), 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.aula.2014.10.001>
- Molina, Á., Adamuz, N., & Bracho, R. (2020). La resolución de problemas basada en el método de Polya usando el pensamiento computacional y Scratch con estudiantes de Educación Secundaria. En, *Handbook of Educational Psychology*, (pp. 287-303).
- Morales, J. B., Sánchez, H., & Rico, M. (2021). Aprendizaje divertido de programación con Gamificación. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, (41), 17-33. <https://doi.org/10.17013/RISTI.41.17-33>



- Neo, C. H., Wong, J. K., Chai, V. C., Chua, Y. L., & Hoh, Y. H. (2021). Computational Thinking in Solving Engineering Problems – A Conceptual Model Definition of Computational Thinking. *Asian Journal of Assessment in Teaching and Learning*, 11(1), 24-31. <https://doi.org/10.37134/ajatel.vol11.2.3.2021>
- Ortega, B., & Asensio, M. (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/riee2021.14.1.009>
- Paucar-Curasma, R., Villalba-condori, K. O., Jara, N., Quispe, R., Cabrera, J., & Ponce-Aguilar, M. (2021). Computational Thinking and Block-Based Programming for Beginning Engineering Students : Systematic Review of the Literature. En, XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), 530-533.
- Pedaste, M., Palts, T., Kori, K., Sörmus, M., & Leijen, Ä. (2019). Complex problem solving as a construct of inquiry, computational thinking and mathematical problem solving. En, Proceedings - IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2019, 227-231. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2019.00071>
- Picie-Alcaraz, I., Olivares-Zepahua, B. A., López-Martínez, I., Romero-Torres, C., & Reyes-Hernández, L. Á. (2021). Herramienta para la Enseñanza de la Programación usando Elementos Gráficos. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (41), 50-62. <https://doi.org/10.17013/risti.41.50-62>
- Polya, G. (1945). *How to Solve It* (2da ed.). Princeton University Press, Doubleday Anchor Books.
- Puhlmann, C. (2017). Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Rabiee, M., & Tjoa, M. (2017). From Abstraction to Implementation: Can Computational Thinking Improve Complex Real-World Problem Solving? A Computational Thinking-Based Approach to the SDGs Maryam. *International Federation for Information Processing*, 104-116.
- Rojas, A. (2019). Escenarios de aprendizaje personalizados a partir de la evaluación del pensamiento computacional para el aprendizaje de competencias de programación mediante un entorno b- Learning y gamificación .
- Román-Gonzalez, M. (2015). Test de pensamiento computacional: Principios de diseño, validación de contenido y análisis de ítems9. <https://www.researchgate.net/publication/288341872%0ATest>
- Román-González, M. (2022). Pensamiento computacional: un constructo que llega a la madurez. *Aula Magna* 2.0.
- Sáez-López, J. M., Buceta, R., & García-Cervigón, S. (2021). Introducing robotics and block programming in elementary education. *RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 24(1), 95-113. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>

- Selby, C. C. (2015). Relationships: Computational thinking, Pedagogy of programming, And bloom's taxonomy. *ACM International Conference Proceeding Series*, 09(11), 80-87. <https://doi.org/10.1145/2818314.2818315>
- Sobreira, P. D. L., Abijaude, J. W., Viana, H. D. G., Santiago, L. M. S., Guemhioui, K. E., Wahab, O. A., & Greve, F. (2020). Usability evaluation of block programming tools in IoT contexts for initial engineering courses. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.* <https://doi.org/10.1109/EDUNINE48860.2020.9149481>
- Sunkel, G., & Trucco, D. (2010). TIC para la educación en América Latina. Riesgos y oportunidades. En, CEPAL - Serie Políticas Sociales N° 200.
- Svarre, T., & Burri, S. (2019). Problem based learning: A facilitator of computational thinking. *Proceedings of the European Conference on e-Learning, ECEL, 2019-Novem*, 260-267. <https://doi.org/10.34190/EEL.19.150>
- Trucco, D. (2016). Educación y desigualdad en América Latina. En, Serie Políticas Sociales No. 200. <https://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12799/3053/EducacionydesigualdadENAL.pdf>
- Ubaidullah, N. H., Mohamed, Z., Hamid, J., Sulaiman, S., & Yussof, R. L. (2021). Improving novice students' computational thinking skills by problem-solving and metacognitive techniques. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20(6), 88-108. <https://doi.org/10.26803/IJLTER.20.6.5>
- Viale, P., & Deco, C. (2019). Introduciendo conocimientos sobre el Pensamiento Computacional en los primeros años de las carreras de ciencia , tecnología , ingeniería y matemáticas. *Energeia*, 16(16), 73-78.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- Weese, J. L., & Feldhausen, R. (2017). STEM outreach: Assessing computational thinking and problem solving. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2017-June*. <https://doi.org/10.18260/1-2--28845>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 267-271.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions A*, 366, 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>