



Atributos del pensamiento tecnológico en estudiantes de tercero de primaria: el caso de una institución pública en Bogotá Colombia*

Attributes of Technological Thinking in Third Grade Students: The Case of a Public Institution in Bogotá, Colombia

Cristian Camilo Pérez-Jácome¹, Oscar Jardey Suárez² 

Para citar este artículo: Pérez-Jácome, C., y Suárez, O. (2023). Atributos del pensamiento tecnológico en estudiantes de tercero de primaria: el caso de una institución pública en Bogotá Colombia. *Infancias Imágenes*, 22(1), 22-35. <https://doi.org/10.14483/16579089.19908>

Recibido: 5-septiembre-2022.

Aprobado: 24-junio-2023.

Resumen

22

El objetivo de la investigación es establecer la incidencia en los atributos de pensamiento tecnológico de los estudiantes de tercer grado de un colegio público en Bogotá D.C., a través la implementación de dos actividades tecnológicas escolares, una con estrategia didáctica de construcción y otra con estrategia de análisis basado en ingeniería inversa. El enfoque metodológico es cuantitativo. El diseño metodológico es cuasiexperimental con tres grupos, a conveniencia (uno en cada intervención y otro con metodología habitual). Se utiliza el instrumento de atributos del pensamiento tecnológico para registrar las observaciones pre y pos. Los resultados muestran ganancia en los tres grupos; sin embargo, hay una mayor ganancia con menor dispersión, cuando se utilizan las actividades tecnológicas escolares. A manera de conclusión, la metodología favorece el pensamiento tecnológico del estudiantado, promoviendo la interacción colaborativa con artefactos tecnológicos, a través de actividades intencionadas en el contexto propio de la educación en tecnología.

Palabras clave: aprendizaje activo, educación básica, educación, resolución de problemas

Abstract

The aim of the research is to determine the incidence of the implementation of two School Technological Activities, one with a didactic construction strategy and the other with an analysis strategy based on reverse engineering, on the attributes of Technological Thinking of third grade students at a school. public in Bogotá-Colombia. The methodological approach is quantitative. The methodological design is quasi-experimental with three groups, at convenience (one in each intervention and another with the usual methodology). The technological thinking attributes instrument is used to record the pre and pos observations. The results show gain in the three groups; however, there is a greater gain, with less dispersion, when school technology activities are used. In conclusion, the technological thinking of the student body is favored by promoting collaborative interaction with technological artifacts through intentional activities in the context of technology education.

Keywords: education, problem solving, active learning, practical work, basic education.

* Este artículo se elabora con base en los resultados de la investigación titulada "Actividades Tecnológicas Escolares de construcción y análisis basado en Ingeniería Inversa para estudiantes de tercer grado de Básica Primaria", iniciada en agosto de 2021 y finalizada en julio de 2022, que se presentó con el fin de optar al título de Magister en Educación en Tecnología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

1 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: agregar_ccperezj@correo.udistrital.edu.co

2 Universidad de Nariño. Correo electrónico: ojsuarez@udenar.edu.co

Introducción

Debido a la concepción de escuela clásica cognitivista —lujo al cual únicamente las grandes elites del mundo podían acceder desde épocas platónicas—, se condenó a las prácticas empíricas, artesanales y referentes a técnicas rudimentaria a ser relegadas de la escuela durante muchos siglos. Es sólo en Europa, en el auge industrial del siglo XX, que renace la necesidad de educar en tecnología (Gordillo y Galbarte, 2002). Para el caso de Latinoamérica esta necesidad surge de manera emergente, a fin de responder a la llegada de nuevos artefactos y producir mano de obra que manipule y repare dichos dispositivos; razón por la cual, en simultáneo, cuando en otras partes del mundo se producía tecnología con procesos industriales, impulsados por inventos derivados de la máquina de vapor y el desarrollo de la electricidad, en Latinoamérica la formación técnica seguía relegada a colegios e institutos técnicos (no Universitarios), con el propósito de que produjeran mano de obra calificada, algo que no seducía a los pedagogos que construían los currículos de colegios y universidades de renombre; lo anterior generó una desconexión entre la escuela y la industria, que contribuyó a un atraso de producción y formación tecnológica en América Latina en el siglo XX (Cárdenas, 2012; Montes y Manning, 2012). En respuesta a este problema y en coherencia con las directrices del gobierno para fortalecer la educación en tecnología en Colombia, surgen trabajos que amplían los enfoques, propuestos en el PET XXI (MEN, 1996) y posteriormente, en los lineamientos para la Educación en Tecnología (MEN, 2008).

Los documentos gubernamentales recurren a la perspectiva de la educación en tecnología a nivel global, donde es considerada como elemento interdisciplinar que cuenta con un soporte pedagógico y epistemológico y se convierte en una de las bases de estrategias educativas. Es el caso de la educación Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematic (STEAM, por sus siglas en inglés), la cual es una estrategia interdisciplinar que permite involucrar conocimiento tecnológico, científico, artístico, matemático e ingenieriles; Su *et al.* (2019), en su propuesta para el desarrollo de pensamiento musical y computacional, a partir de un juego de

programación por bloques, destaca las múltiples ventajas de la educación STEAM, al desarrollar habilidades interdisciplinarias conjugadas en una actividad llamativa para los estudiantes.

Por otra parte, se destaca la importancia de la presencia de microcontroladores en la escuela, en donde el pensamiento computacional deja de ser percibido solo como procesos virtuales realizados dentro del computador, para ser exportados en productos físicos tangibles, expresados por actuadores. A pesar de ser complejos en fabricación y estructura, los microcontroladores han permitido acercar a estudiantes de todos los niveles de la educación, a la robótica e inteligencia artificial, como es el caso de la propuesta de Lu *et al.* (2022), en donde usa placas micro-bit en una máquina de corte de papel para implementar una estrategia de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de básica primaria.

En el mismo sentido, existen propuestas como la de Sisman *et al.* (2021), donde determinan el avance en habilidades espaciales en estudiantes de primaria a partir de un curso de robótica; por otra parte, se destacan propuestas interdisciplinarias como la presentada por Manikutty (2021), en donde usa elementos de robótica para presentar narrativas literarias a través de dioramas dinámicos.

El avance e investigación de la educación en tecnología en Colombia ha permitido el desarrollo de ambientes de aprendizaje en tecnología, que complementan competencias cognitivas y artefactuales. Rueda (2016), diseñó una actividad tecnológica escolar para la enseñanza de sistemas de transmisión de movimiento, orientado a estudiantes entre 12 y 14 años, en donde concluye que la enseñanza por medio de la manipulación de artefactos y la evidencia visual, fortalece el aprendizaje de la tecnología.

La investigación de la educación en tecnología también ha permitido explorar e indagar las competencias que deben desarrollar los estudiantes para el fortalecimiento del pensamiento tecnológico. Villa-Enríquez, *et al.* (2019) que presenta una serie de estrategias para desarrollar el pensamiento tecnológico, en estudiantes en zona rural de Villa Rica, (Colombia) a partir de situaciones propias del contexto de los estudiantes, concluyendo que estos pueden desarrollar pensamiento tecnológico, mientras resuelven problemáticas inmediatas a su realidad.

Una propuesta para caracterizar el pensamiento tecnológico es presentada por Cadena y Garzón (2018), donde implementan actividades tecnológicas de construcción, determinando que a partir de aquellas, le pueden atribuir características al pensamiento tecnológico como "... anticipatorio, analítico, intencional, proyectivo, estratégico, reflexivo y participativo..." (Cadena y Garzón, 2018, p. 89).

Diversas estrategias didácticas han sido usadas en el mundo para fortalecer las competencias tecnológicas en ciclos iniciales, como es el caso de la Universidad de Colorado, donde utilizan la ingeniería inversa como recurso didáctico para el aprendizaje de mecanismos en niños de 6 a 8 años de *Elementary School*; han determinado que este tipo de estrategias fortalecen competencias cognitivas y artefactuales, desde edades escolares tempranas y es una estrategia que incentiva la curiosidad y la motivación (Schroeder *et al.*, 2009). Así mismo existen iniciativas para el desarrollo de científicos e inventores desde edades tempranas a partir del enfoque STEM, tal y como lo presentan Xanthoudaki y Blanton (2021) en su proyecto titulado *Future Inventors*, el cual es desarrollado desde el museo Da Vinci de Milán, el proyecto involucró estudiantes y docentes, en donde confluían ideas a partir de la experimentación.

Por las razones expuestas, el presente escrito pretende abordar la pregunta ¿cuál es la incidencia en los atributos del pensamiento tecnológico, en dos grupos de estudiantes de grado tercero de un colegio público de Bogotá D.C., cuando interactúan con Actividades Tecnológicas Escolares (ATE), uno con fundamento en estrategia de construcción y otro con estrategia didáctica de construcción basado en ingeniería inversa?

Referentes teóricos

Para el diseño, implementación y resultados de la presente investigación se realizó una revisión teórica de actividades tecnológicas escolares, la ingeniería inversa y atributos del pensamiento tecnológico.

Actividades Tecnológicas Escolares (ATE)

Las Actividades Tecnológicas Escolares (ATE) son instrumentos estructurados y con estrategias didácticas definidas para el desarrollo de habilidades y

competencias cognitivas y artefactuales en tecnología. Quintana *et al.*, (2014), clasifica las ATE según la estrategia didáctica en: ATE con estrategia didáctica de construcción; ATE con estrategia didáctica de análisis; ATE con enfoque CTS; y ATE con estrategia didáctica de diseño. Para una correcta ejecución de las ATE, deben tenerse en cuenta los siguientes criterios: estar diseñada acorde con la población a la que va dirigida, los recursos de los estudiantes o de la institución educativa, los saberes previos de los estudiantes, sus motivaciones e intereses, las condiciones del entorno y que sea realizable por los estudiantes.

En lo que atañe a los documentos o cartillas que guían las ATE deben tener un diseño llamativo, en relación con la población que la va a realizar, además debe presentar las actividades a modo de reto y explicando los objetivos de la actividad, enunciar los conceptos y teorías relevantes relacionadas con la ATE, tener notas de interés durante todo el desarrollo de la actividad; los pasos e instrucciones deben estar detallados y debe tener un cierre y conclusiones, que permitan a los estudiantes, evaluar si alcanzaron los objetivos propuestos (Téllez *et al.*, 2015).

Para el desarrollo del presente trabajo se propone el desarrollo de una ATE con estrategia didáctica de construcción y otra con estrategia didáctica de análisis, basado en la metodología de la ingeniería inversa.

Ingeniería inversa

La ingeniería inversa es una estrategia de análisis, basada en la observación, inspección, desarme, levantamiento de plano y sintetización de un artefacto tecnológico. Se realiza para conocer el funcionamiento del artefacto, las partes, los sistemas y principios de funcionamiento.

La fase de observación y análisis de la ingeniería inversa, no está basada en la revisión bibliográfica o búsqueda de información en la red, sino que, como menciona Eilam (2011), es una técnica basada en el razonamiento abductivo (realizar conjeturas), a partir del reconocimiento del artefacto, su manipulación e inspección.

La ingeniería inversa, inicialmente no era contemplada como una estrategia educativa, sino como

una estrategia de guerra que tenía como fin el reconocimiento e investigación de la tecnología que está usando el enemigo, a partir de la captación de artefactos en el campo de batalla; el objetivo era copiar, neutralizar o mejorar la tecnología del ejército contrario (Gutiérrez, 2017). Posterior a la segunda guerra mundial, esta técnica se convierte en la base de la investigación, para países de Asia, como Japón, Corea y China, que fundamentan sus diseños en invenciones desarrolladas en Estados Unidos y Europa, pero dirigidas a analizar, sintetizar y mejorar los diferentes artefactos que les era de interés (Asien, 2012; Vásquez, 2008). La implementación y desarrollo de esta técnica no se limitó al campo de la electrónica y la mecánica, puesto que en los años 90 tomó auge en la Ingeniería de Software, cuando se desarrolla una estrategia llamada *Clean Room* (habitación limpia), la cual consistía en replicar y mejorar software, sin copiar líneas de código fuente (Lozano, 2017).

La metodología de la ingeniería inversa consta de dos etapas: analítica, que consiste en hacer un reconocimiento interno y externo del artefacto, para identificar partes y sistemas y comprender su funcionamiento; la etapa sintética, que consiste en reproducir y mejorar el artefacto, ya sea de manera física o digital. La Figura 1 presenta la metodología

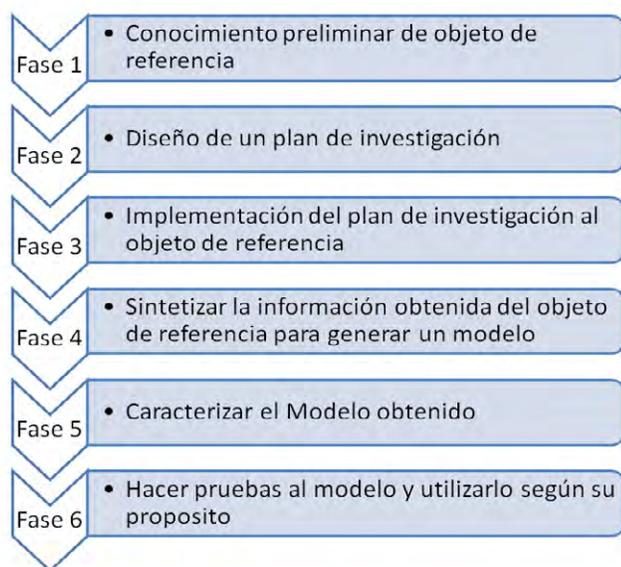


Figura 1. Metodología de la ingeniería inversa

Fuente: elaboración propia a partir de López *et al.*, (2010).

de la ingeniería inversa, donde los tres primeros pasos o fases, corresponden a la fase analítica y los últimos tres corresponden a la fase sintética.

Para el desarrollo de la presente implementación, se diseña la Actividad Tecnológica Escolar de análisis, usando como referente la fase analítica de la ingeniería inversa y, en lo posible, hacer el ensamble del artefacto, considerando que puede presentar dificultades, aun así, el objetivo de la actividad se centra en la exploración interna y relaciones de las partes y sistemas con el movimiento exterior.

Atributos del pensamiento tecnológico

Cárdenas (2009) presenta una teoría de tipo epistemológico como parte de su tesis doctoral, en la que pretende conceptualizar y definir las características del pensamiento tecnológico. Él define dichas características como *Atributos del pensamiento tecnológico*, los cuales no se definen como conocimiento sustancial, sino como un "...proceso mental humano en el que interactúan sus formas lógicas de pensamiento, tales como el raciocinio tecnológico..." (Cárdenas, 2009. p 68). Aun así, atribuye la capacidad de ser medibles, por lo que es posible determinar cuándo un estudiante manifiesta uno de los atributos en alguna actividad tecnológica. En consecuencia, propone nueve atributos y presenta la validación de un instrumento para hacer una valoración de los atributos de pensamiento tecnológico (Cárdenas, 2013). La Tabla 1 presenta los atributos del pensamiento tecnológico y, en la sección metodología del presente documento, se hace una descripción del instrumento de valoración de atributos del pensamiento tecnológico.

Metodología

La investigación presenta metodología de tipo cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental. La intervención es realizada con tres grupos de grado tercero del Colegio Externado Nacional Camilo Torres, por medio de un muestreo no aleatorio por conveniencia, determinado por la distribución de los estudiantes en los grupos ya establecidos en la institución.

El estudiantado que participó en el proceso fueron 83, cuyas edades están entre 6 y 11 años; cerca del 20 % son extranjeros; la condición económica del 62,5 % de las familias es básica o muy básica y

Tabla 1. Descripción y criterios de evaluación de los atributos del pensamiento tecnológico

Atributo	Descripción
Análisis/Síntesis	Descomponer el artefacto en partes e identificar sus funciones; agrupar o recomponer las partes para entenderlas como un todo
Analogía/Contraste	Comparar y contrastar funciones y partes con otros objetos para encontrar similitudes y diferencias
Causa/Efecto	Explicar las relaciones causa efecto entre las partes y las funciones del objeto; establecer los efectos de alguna transformación en alguna parte o sistema del objeto
Sistema mental	Pensar sobre un artefacto u objeto tecnológico “y lo relaciona con el sistema en el cual dicho objeto tiene algún sentido, y encuentra aquellos que, según él, son susceptibles de transformar o innovar” (Cárdenas, 2013).
Ponderación	Establecer y aplicar criterios de valoración para decidir acerca de la viabilidad de la elaboración de un artefacto con eficiencia, teniendo en cuenta aspectos como disponibilidad de recursos, materiales, costo-beneficio
Mentalidad proyectual	“Se ubica en la finalidad de la idea que se quiere lograr, discierne claramente sobre los materiales y la tecnología que permite llevar a cabo la materialización el objeto tecnológico” (Cárdenas, 2009)
Racionalidad tecnológica	“Representar estados posibles del artefacto, seleccionar aquellos que se pueden lograr con mayor optimización y alcanzar los objetivos propuestos con un máximo nivel de realización” (Cárdenas, 2013)
Solución de problemas	Muestra capacidad para plantear problemas y llevar a cabo soluciones adecuadas relacionados con el artefacto
Incorporación del conocimiento	Relacionar e involucrar teorías, información y procesos de otras disciplinas diferentes a la tecnología, de manera pertinente y con relación al artefacto

26

Fuente: elaboración propia a partir de Cárdenas (2009; 2013).

algunos reciben subsidio del estado; 5 % son afrocolombianos y el 4 % son indígenas; menos del 10 % del estudiantado ha sido diagnosticado con alguna discapacidad (cognitiva 3, motriz 1 o visual 4); el 94 % tiene computador, acceso a un dispositivo móvil para estudiar en casa; la institución educativa se caracteriza por tener población flotante, con

asistencia irregular por parte del estudiantado. La información del estudio corresponde al estudiantado que participó durante todo el estudio.

La Tabla 2 muestra las etapas de la intervención, con la nomenclatura presentada por Campbell y Stanley (1963, p. 6) en donde “O” significa observación y “X” corresponde a intervención.

Tabla 2. Diseño de la implementación

	Pre-Observación	Intervención	Pos-Observación	Entrevista a estudiantes de grupos focales
G1. Grupo 1 (28) (ATE con estrategia didáctica de construcción)	O1	X1	O2	O3
G2. Grupo 2 (27) (ATE con estrategia de análisis basada en ingeniería inversa)	O1	X2	O2	O3
G3. Grupo 3 (28) (Metodología habitual en tecnología de la I.E)	O1	X3	O2	--

Fuente: elaboración propia.

Los diferentes momentos de la implementación presentados en la Tabla 2 corresponden a:

- O1 y O2: valoración de los Atributos del pensamiento tecnológico (Observación pre y Observación pos).
- O3: entrevista semi estructurada a estudiantes mediante grupos focales (G1 y G2).
- X1: ATE con estrategia de construcción “Rápido y curioso”.
- X2: ATE de análisis basada en ingeniería inversa “Desarmando para analizar”.
- X3: actividades en educación en tecnología habituales en la institución.

Descripción de los instrumentos

Observación de valoración de atributos del pensamiento tecnológico

La Observación de valoración de atributos del pensamiento tecnológico es un instrumento validado por Cárdenas (2013), en el cual se evalúa si un estudiante manifiesta los nueve atributos del pensamiento tecnológico a partir del análisis de un artefacto. La implementación del instrumento consta de una etapa subjetiva, en donde el docente explica los nueve atributos y realiza un ejemplo del desarrollo de la observación; posteriormente, se realiza una etapa objetiva, en donde se presenta un artefacto a los estudiantes y deben responder unas preguntas orientadoras relacionadas con cada atributo. La Figura 2 presenta un fragmento de la observación, la forma de evaluar es con sí o no, dependiendo de si el estudiante manifiesta cada atributo, de modo que el rango del puntaje es de 0 a 9 sin decimales ni fracciones. Cárdenas (2013) establece que se puede atribuir pensamiento tecnológico a un estudiante que manifieste 6 de los 9 atributos.

Para el desarrollo del presente trabajo, se realiza la etapa objetiva analizando un retrete, la pre-observación se realiza analizando un automóvil familiar y en la pos-observación, se analiza un scooter eléctrico.

Actividad Tecnológica Escolar con estrategia de construcción

La ATE con estrategia de construcción es una actividad en la que el estudiantado debe construir un carro y participar en una carrera. El carro debe ser

construido con elementos de electrónica básica análoga, como pilas, *protoboard*, cables *jumper*, interruptores, motores y ruedas; la Figura 3 muestra fragmentos de la cartilla presentada a los estudiantes.

Las etapas de la ATE son: presentación de la actividad, indagación de saberes de electrónica y automovilismo, fundamentación de conceptos de electrónica y automovilismo, organización de grupos de trabajo y entrega de materiales, reconocimiento de materiales y herramientas, construcción del carro, carrera inicial, retroalimentación, mejora del carro, carrera final, conclusiones.

ATRIBUTO	INDICADOR Y PREGUNTA ORIENTADORA	RESPUESTAS
Análisis/ Síntesis	Describe las características y partes del artefacto. Reconoce los mecanismos principales con los que funciona. ¿Qué características presenta el objeto? Describe las	
Analogía/ Contraste	Compara con objetos análogos que realizan funciones similares o puedan tomarse como referencia para hacer mejoras del objeto en estudio. ¿Qué características comparte este objeto con otros?	

Figura 2. Fragmento de instrumento de valoración de atributos del pensamiento tecnológico

Fuente: Cárdenas (2013).

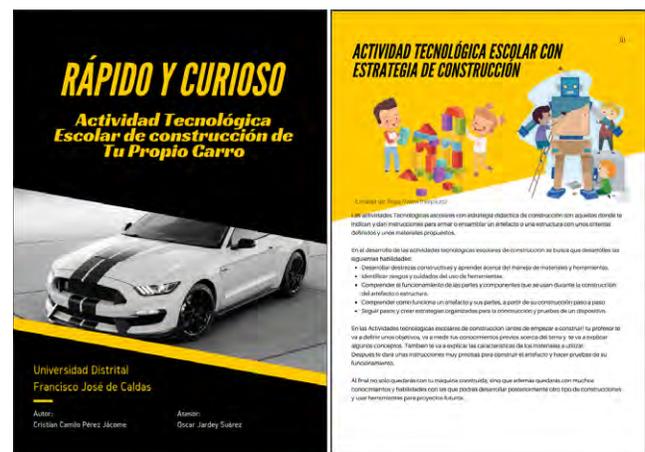


Figura 3. Fragmento actividad tecnológica escolar rápido y curioso

Fuente: elaboración propia.

Actividad Tecnológica Escolar con estrategia de análisis basado en ingeniería inversa

La Actividad Tecnológica Escolar con estrategia de análisis basado en ingeniería inversa corresponde a una actividad en la que se escoge un juguete con algún tipo de movimiento y mecanismos internos para analizarlo a partir de observación, desarme e inspección. A fin de realizar esto, se entrega un juguete y la cartilla que a su vez funciona como bitácora; los estudiantes deben tener disponibles herramientas como desarmadores, pinzas, etc. Se debe aclarar a los estudiantes que es un proceso de desarme, no de rompimiento, procurando que vuelvan a rearmar el juguete, aunque en algunos casos no se logre, debido a uniones semipermanentes o permanentes. La Figura 4 muestra fragmentos de la cartilla presentada a los estudiantes.



Figura 4. Fragmento actividad tecnológica escolar desarmando para analizar

Fuente: elaboración propia.

Las etapas de la actividad *Desarmando para analizar* son: presentación de la actividad, exploración de los juguetes, organización de grupos y asignación de juguete al grupo, conocimiento preliminar del juguete, hipótesis de funcionamiento, observación externa, desarme, observación interna, verificación de hipótesis, conclusiones y cierre.

Entrevista semi estructurada

Se realiza con estudiantes de los grupos G1 y G2 (dos por cada grupo) y consta de dos partes: en la primera, cada estudiante relata a los demás entrevistados en qué consiste la ATE que realizó, qué aprendió, qué le gustó y qué no; en la segunda parte, se presenta a los estudiantes un caso (no real, verosímil), en donde un personaje que desea aprender acerca de mecánica de motocicletas, se debate entre dos estrategias de aprendizaje autónomo, una de ellas basada en construcción y la otra en ingeniería inversa y reparación.

Resultados

Resultados cuantitativos

Los Resultados cuantitativos se obtienen a partir del conjunto de datos entre pre y pos-observación de los tres grupos (G1, G2 y G3). Se tiene en cuenta a los estudiantes que completaron las etapas de pre-observación, intervención y pos-observación (según la Tabla 3). La Figura 6 muestra el histograma de resultados; las medidas de tendencia central de los tres grupos son mostradas en la Tabla 3 y la Figura 5 donde se evidencian los diagramas de cajas y bigotes de los resultados pre-observación y posobservación.

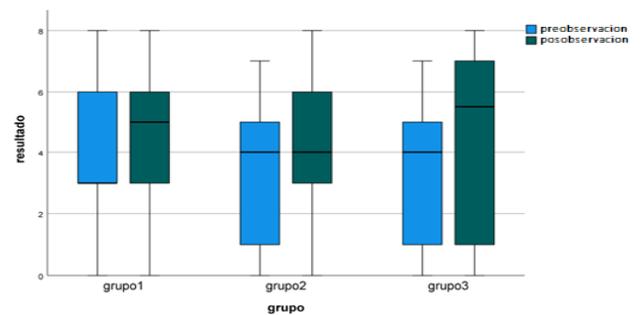


Figura 5. Diagrama de cajas de pre-observación y pos-observación agrupado

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Medidas de tendencia central de resultados pre-observación y pos-observación

	G1		G2		G3	
	Pre-observación	Pos-observación	Pre-observación	Pos-observación	Pre-observación	Pos-observación
Media	3,714	4,381	3,571	4,286	3,667	4,388
Mediana	3,000	5,000	4,000	4,000	4,000	5,500
Datos	21	21	21	21	18	18
Varianza	6,614	6,048	7,357	7,414	5,647	9,310
Desviación estándar	2,572	2,459	2,712	2,723	2,376	3,051
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Máximo	8,000	8,000	7,000	8,000	7,000	8,000
Rango	8,000	8,000	7,000	8,000	7,000	8,000
Primer cuartil	3,000	3,000	1,000	3,000	1,500	1,500
Tercer cuartil	6,000	6,000	5,000	6,000	5,000	7,000

Fuente: elaboración propia.

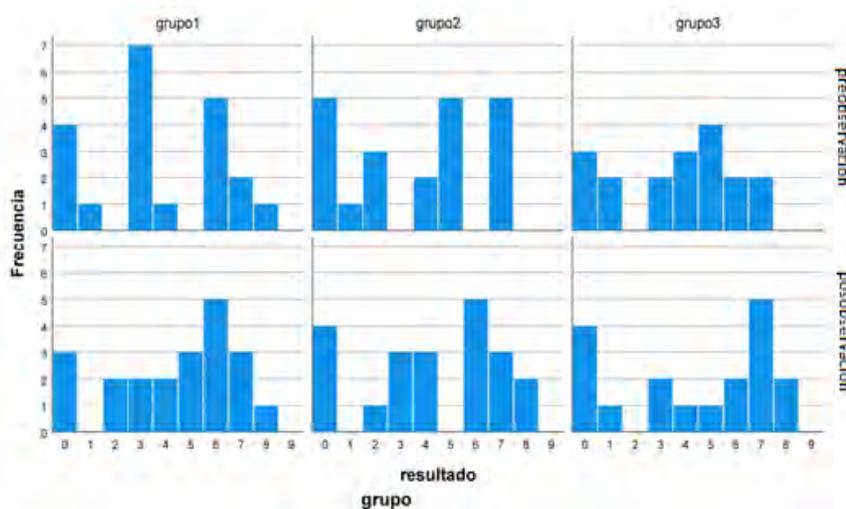


Figura 6. Histograma de pre-observación y pos-observación agrupado

Fuente: elaboración propia.

Las figuras 5 y 6, así como las mediciones, permiten observar y analizar el comportamiento de los resultados de cada grupo entre pre-observación y pos-observación, resaltando los siguientes aspectos: el G1 tiene un aumento del 17,95 % de la media aritmética de los resultados y es el de mayor aumento de la mediana; el G2 tiene mayor aumento de la media aritmética (20 %) y el diagrama de cajas permite ver el crecimiento a nivel grupal y su varianza disminuye; el G3, sin ATE, tiene un aumento en la media aritmética, pero los resultados de la pos-observación muestran la mayor varianza de todo el conjunto de resultados,

lo que muestra falta de uniformidad en el progreso del grupo.

Para realizar el análisis de los atributos del pensamiento tecnológico se presenta la Tabla 4 y la Figura 7, las cuales muestran la cantidad de estudiantes que manifiestan cada atributo en los momentos pre-observación y pos-observación así: el grupo 1 muestra mayor aumento en el atributo análisis-síntesis, seguido por los atributos ponderación e incorporación del conocimiento; el grupo 2 tiene aumentos destacados en los atributos análisis-síntesis y sistema mental; el grupo 3 muestra aumentos en los atributos sistema mental y ponderación.

Tabla 4. Cantidad de estudiantes que manifiestan cada atributo

	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
	Pre-observación	Pos-observación	Diferencia	Pre-observación	Pos-observación	Diferencia	Pre-observación	Pos-observación	Diferencia
Análisis Síntesis	6	10	4	5	12	7	6	9	3
Analogía contraste	17	15	-2	13	15	2	14	12	-2
Causa efecto	13	15	2	10	15	5	10	12	2
Sistema mental	13	10	-3	7	13	6	6	11	5
Ponderación	9	12	3	8	10	2	6	10	4
Mentalidad proyectual	7	8	1	7	7	0	7	8	1
Racionalidad tecnológica	5	6	1	6	6	0	3	7	4
Solución de problemas	8	5	-3	11	7	-4	9	6	-3
Incorporación del conocimiento	0	3	3	8	5	-3	5	4	-1

Fuente: elaboración propia.

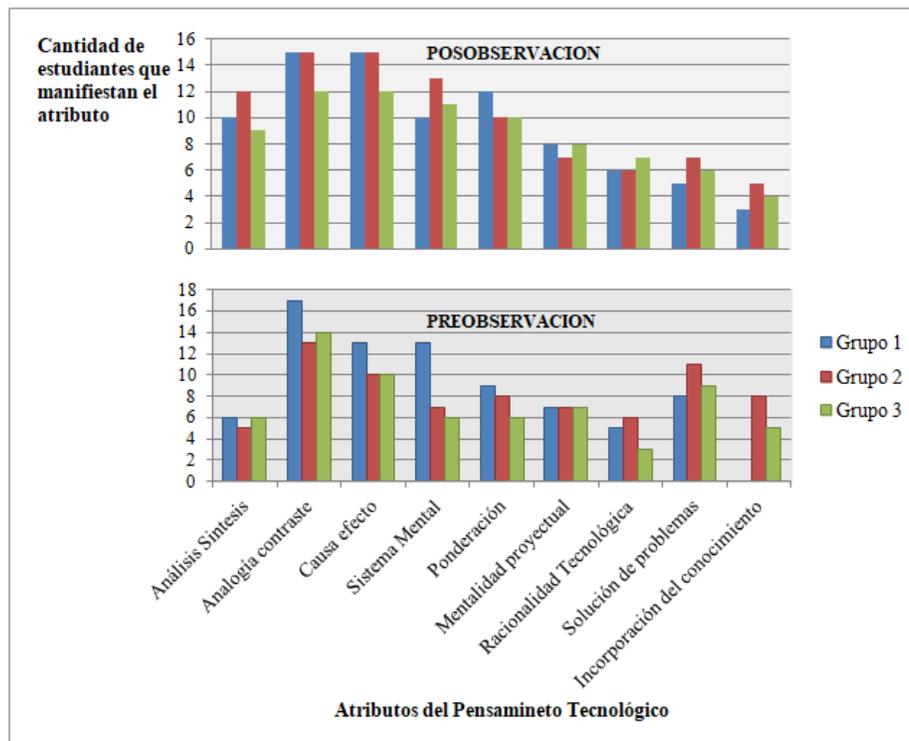


Figura 7. Cantidad de estudiantes que manifiestan cada atributo del pensamiento tecnológico distribuido por grupos

Fuente: elaboración propia.

A fin de determinar diferencias significativas entre los momentos pre-observación y pos-observación y entre grupos, se realizan pruebas no paramétricas, dado que no cumplen el supuesto de normalidad. Para analizar las diferencias entre

grupos, se realiza la prueba Wilcoxon y para comparar los grupos entre sí, se utilizan las Pruebas U de Mann-Whitney y H de Kruskal Wallis. Los resultados consolidados de las pruebas no paramétricas se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de pruebas no paramétricas

Muestras a comparar	Prueba aplicada	Nivel de significancia	p-valor	Decisión
Pre-observación grupo 1 Pre-observación grupo 2 Pre-observación grupo 3	Prueba H de Kruskal Wallis	0,05	0,995	No hay diferencias significativas
Pre-observación Grupo 1 Pos-observación Grupo 1	Prueba de Wilcoxon	0,05	0,049	Si hay diferencias significativas
Pre-observación Grupo 2 Pos-observación Grupo 2	Prueba de Wilcoxon	0,05	0,022	Si hay diferencias significativas
Pre-observación Grupo 3 Pos-observación Grupo 3	Prueba de Wilcoxon	0,05	0,086	No hay diferencias significativas
Pos-observación Grupo 1 Pos-observación Grupo 2	Prueba U de Mann-Whitney	0,05	0,990	No hay diferencias significativas
Pos-observación Grupo 1 Pos-observación Grupo 3	Prueba U de Mann-Whitney	0,05	0,728	No hay diferencias significativas
Pos-observación Grupo 3 Pos-observación Grupo 2	Prueba U de Mann-Whitney	0,05	0,770	No hay diferencias significativas
Pos-observación Grupo 1 Pos-observación Grupo 2 pos-observación Grupo 3	Prueba H de Kruskal Wallis	0,05	0,926	No hay diferencias significativas

Fuente: elaboración propia

La prueba H de Kruskal Wallis, entre la pre-observación de los tres grupos, muestra que se parte sin diferencias significativas entre estos. Las pruebas Wilcoxon de los grupos 1 y 2 arrojan diferencias significativas entre los momentos pre y pos-observación, mostrando ganancia de la implementación de las Actividades Tecnológicas Escolares en ambos grupos. Aun así, la prueba H de Kruskal Wallis entre los resultados pos-observación de los tres grupos, muestra que no hay diferencias significativas entre estos.

La información recabada para comprender los anteriores resultados, corresponde a la transcripción de la entrevista semi estructurada y a los resultados de las secciones de conclusiones de las cartillas de las ATE. En relación con las variables a medir en esta investigación, se establecen dos categorías con sus respectivas subcategorías, las cuales se pueden observar en la Tabla 6.

31

Tabla 6. Categorías y subcategorías del análisis cualitativo

Categoría	Subcategorías	Se manifiesta cuando
Estrategia	Construcción	El estudiante hace referencia a procesos constructivos
	Desarmar/deconstruir	El estudiante hace referencia a procesos deconstructivos, de desarme o ingeniería inversa
Atributos del pensamiento tecnológico	Análisis síntesis	Se refiere a partes de un artefacto o sus funciones
	Analogía contraste	Compara artefactos con otros o los clasifica en alguna categoría común con otro
	Causa efecto	Relaciona las partes de un artefacto con sus funciones
	Sistema mental	Menciona adaptaciones de artefactos según el contexto
	Ponderación	Propone mejoras o elaborar un artefacto para mejorar sus características y funciones
	Mentalidad proyectual	Propone pasos, recursos y procesos para la elaboración de un artefacto
	Racionalidad tecnológica	Menciona posibilidades de uso y contextos donde son útiles los artefactos propuestos
Solución de problemas	Discute acerca de los problemas relacionados con un artefacto y alternativas de solución	
Incorporación del conocimiento	Relaciona un artefacto con teorías o temas científicos, técnicos, socio históricos, éticos, ecológicos o estéticos	

Fuente: elaboración propia.

A partir de las categorías propuestas se hace una codificación de segmentos por medio del Software MXQDA2020®. Las Figuras 8 y 9 muestran la frecuencia de aparición de las subcategorías en los segmentos codificados.

En la Figura 8 se observa que hay una mayor presencia de segmentos relacionados con procesos de desarme, que con procesos de construcción. En la Figura 9 se puede observar que sobresale sobre el resto de atributos, la ocurrencia de los atributos de *Solución de problemas* y *Análisis-Síntesis*; también se puede evidenciar que es muy poca o nula

la presencia de atributos como *Analogía-Contraste*, *Ponderación* o *Mentalidad proyectual*. Es importante aclarar que la suma de las frecuencias no es 100 %, puesto que hay segmentos en los que puede relacionarse más de un atributo.

Para observar la relación entre subcategorías en los diferentes segmentos, se genera un diagrama de coocurrencia de códigos mostrado en la Figura 10, en la cual se observa que existen más relaciones de la estrategia desarmar, con una mayor cantidad de atributos del pensamiento tecnológico.

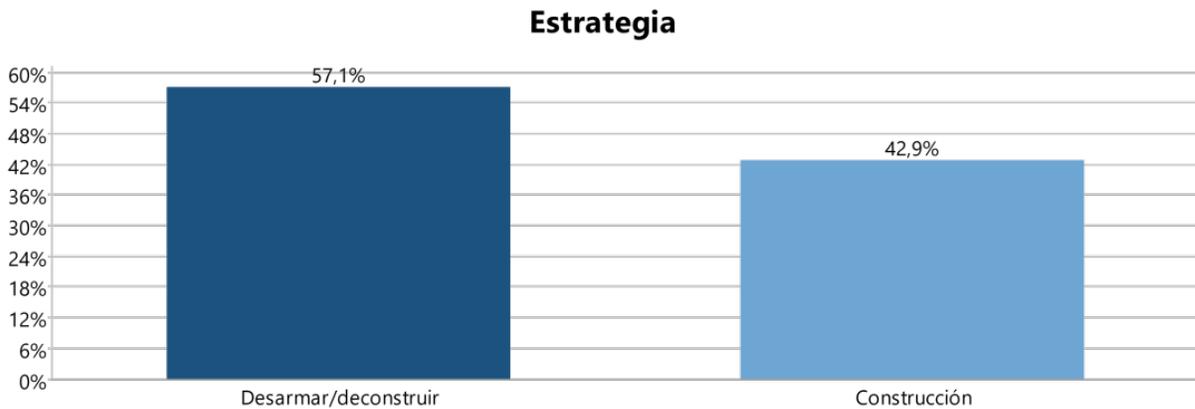


Figura 8. Frecuencia de estrategias en el análisis cualitativo

Fuente: elaboración propia.

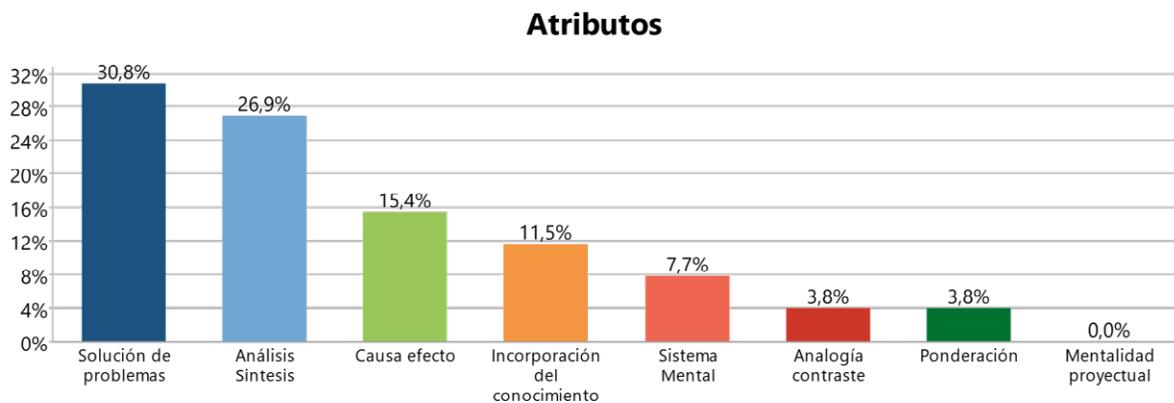


Figura 9. Frecuencia de atributos en el análisis cualitativo

Fuente: elaboración propia.

Para hacer un análisis específico de la entrevista semi estructurada se genera el código de palabras y la nube de códigos de la Figura 11, en las cuales se puede apreciar que los estudiantes entrevistados hacen más referencias a procesos de desarme y lo encuentran como una mejor estrategia de aprendizaje.

Es importante mencionar que, en el estudio de caso presentado en la entrevista, todos los estudiantes se inclinaron por una estrategia de desarme para el aprendizaje autónomo de mecánica de motocicletas, a pesar que la mitad de los entrevistados habían realizado la ATE con estrategia de construcción.

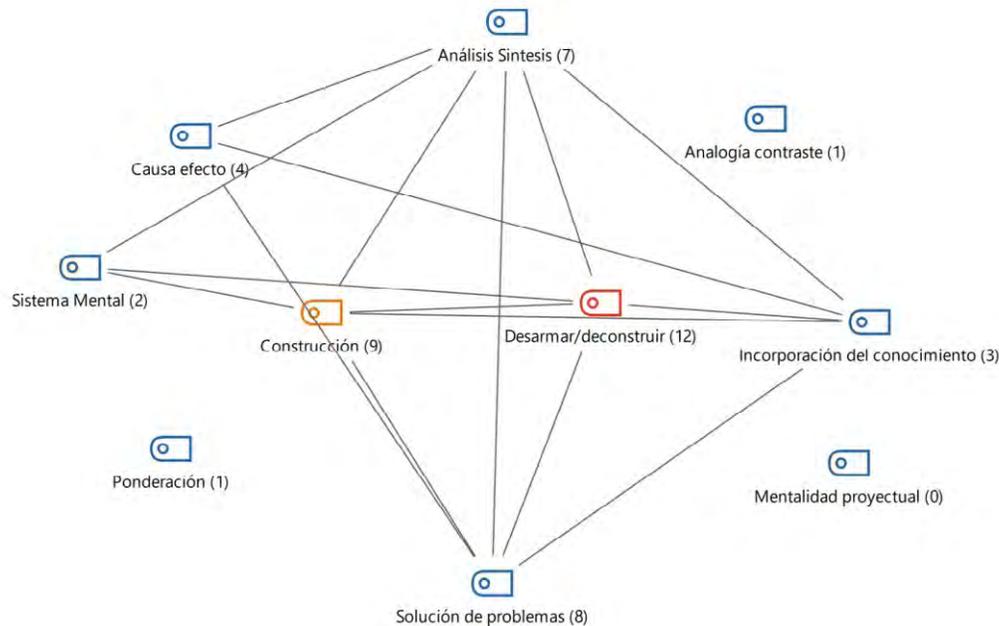


Figura 10. Esquema de coocurrencia de códigos

Fuente: elaboración propia.



Figura 11. Nube de palabras y nube de códigos de la entrevista semi estructurada

Nota: izquierda: nube de palabras; derecha: nube de códigos.

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

En general, los atributos del pensamiento tecnológico del estudiantado de tercer grado de primaria se ve afectado positivamente cuando interactúa con ATE. Lo anterior se evidencia en los resultados cuantitativos a partir de la implementación del instrumento de valoración de atributos del pensamiento tecnológico, usado a modo de pre-observación y pos-observación muestran efectos favorables con diferencias estadísticamente significativas, para los grupos que realizaron ATE.

La ATE basada en ingeniería inversa es más favorable para los Atributos del pensamiento tecnológico, toda vez que implica los procesos cognitivos relacionados con desarmar; lo que se evidencia en el relato del estudiantado y se reafirma con las pruebas estadísticas aplicadas.

Referencias

- Asien, E. (2012). *Crecimiento económico, crisis y reformas en Japón en las dos últimas décadas*. Edumet.net, Enciclopedia virtual. https://www.edumet.net/tesis-doctorales/2012/era/ryutaro_hashimoto.html
- Cadena, L., y Garzón, J. (2018). *Pensamiento tecnológico en actividades tecnológicas de construcción* [Trabajo de grado]. Magíster en Educación en Tecnología. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7932>
- Campbell, D. T., and Stanley, J. C. (1963). *Experimental and Quasi-Experiment Al Designs for Research*. Houghton Mifflin Company. <https://www.sfu.ca/~palys/Campbell&Stanley-1959-Exptl&QuasiExptlDesignsForResearch.pdf>
- Cárdenas, E. (2013). Construcción del concepto de Pensamiento Tecnológico en Educación en Tecnología a partir de la validación de los atributos propuestos. *Episteme. Revista De divulgación En Estudios Socioterritoriales*, (5), 49–61. <https://doi.org/10.15332/27113833.1974>
- Cárdenas, E. (2009). Hacia la conceptualización del pensamiento tecnológico en educación en tecnología: comprensión de un concepto. *Informador Técnico*, 73, 66–71. <https://doi.org/10.23850/22565035.757>
- Cárdenas, E. (2012). El camino histórico de la educación tecnológica en los sistemas educativos de algunos países del mundo y su influencia en la educación tecnológica. *Informador Técnico*, 76, 108-123. <https://doi.org/10.23850/22565035.35>
- Eilam, E. (2011). *Reversing: Secrets of Reverse Engineering*. John Wiley & Sons.
- Gordillo, M. M., y Galbarte, J. C. G. (2002). Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 17-59. <https://doi.org/10.35362/RIE280958>
- Gutiérrez, M. (2017). *El proceso de industrialización de Corea del Sur y sus enseñanzas para los países latinoamericanos, en especial para Bolivia, Ecuador y Colombia-con énfasis en la política deficiencia, tecnología e innovación*. <https://www.observatorioasiapacifico.org/imagenes/publicaciones/20151215125957Articulo-MaraClaraGutierrez.pdf>
- Lozano, J. (2017). *Evaluación De Herramientas de Ingeniería Inversa de Código Abierto*. Universidad de Cartagena.
- Lu, S.-Y., Lo, C.-C., and Syu, J.-Y. (2022). Project-based learning oriented STEAM: the case of micro-bit paper-cutting lamp. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 2553–2575. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09714-1>
- Manikutty, G. (2021). My Robot can tell stories: Introducing robotics and physical computing to children using dynamic dioramas. *Proceedings-Frontiers in Education Conference, FIE*. (pp. 1-9). <https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637460>
- Ministerio de Educación Nacional. [MEN]. (2008). Orientaciones generales para la educación en tecnología. *Serie Guías*, 30, https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-160915_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. [MEN]. (1996). *PET21. Educación en tecnología: propuesta para la educación básica. Equipo de tecnología MEN*. <https://panditupn.files.wordpress.com/2010/06/pet-xxi-961.pdf>

- Montes, A. J., y Manning, L. (2012). La educación técnica: Una reflexión entre la calidad y la realidad de la oferta en Colombia. *Praxis*, 8(1), 166-176. <https://doi.org/10.21676/23897856.41>
- Quintana, A. (2014). *Seminario didáctica de la tecnología*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Rueda, C. A. (2016). *Actividad tecnológica escolar que propicie el desarrollo del pensamiento tecnológico, a través de construcciones basadas en sistemas de transmisión y transformación de movimiento* [Tesis de especialización]. Especialización en Educación en Tecnología. Uivesidad Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5213/1/rue-dapinillacarlosalfonso2016.pdf>
- Schroeder, M., Schaefer Zarske, M., and Yowell, J. (2009). Engineering in Reverse. *TeachEngineering* https://www.teachengineering.org/activities/view/cub_engineering_in_reverse
- Sisman, B., Kucuk, S., and Yaman, Y. (2021). The Effects of Robotics Training on Children's Spatial Ability and Attitude Toward STEM. *International Journal of Social Robotics*, 13(2), 379-389. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00646-9>
- Su, J.-M., Liao, C.-T., Chen, C.-T., and Wang, L.-H. (2019). A scheme of STEAM interactive learning toy for musical and computational thinking. *Proceedings - International Joint Conference on Information, Media, and Engineering, IJCI-ME 2019*, 116-118. <https://doi.org/10.1109/IJCI-ME49369.2019.00032>
- Téllez, P., Quintana, A., y Páez, J. (2015). *Actividades Tecnológicas Escolares Y Energías Renovables: una propuesta didáctica para la educación en tecnología*. Editorial UD.
- Vásquez, E. (2008). *Historia y Desarrollo de la Calidad*. <https://eduardorafael.weebly.com/11-historia-y-desarrollo-de-la-calidad.html>
- Villota-Enríquez, J. A., Agudelo-Zapata, A. M., González-Valencia, H., y Riascos-Forero, Y. O. (2019). Estrategias que utilizan los estudiantes para desarrollar el pensamiento tecnológico: una mirada desde los artefactos tecnológicos. En M. Deicy E. Villota z, Mario Diaz Villa (Ed.), *Tecnología, sociedad y educación: desafíos de las Tic en el desarrollo social y sus implicaciones en la práctica educativa* (pp. 177-200). Editorial Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9789585522923.7>
- Xanthoudaki, M., and Blanton, A. (2021). Creative Learning in STEM: towards the design of an approach between theory and reflective practice. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 17(3), 33-42. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135559>

