

3

DESARROLLO DEL PENSAMIENTO TECNOLÓGICO MEDIADO POR TECNOLOGÍAS EXPONENCIALES: INTEGRACIÓN DEL MODELADO DIGITAL Y LA IMPRESIÓN 3D

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL THINKING MEDIATED BY EXPONENTIAL TECHNOLOGIES: INTEGRATION OF DIGITAL MODELING AND 3D PRINTING

[5] Carlos Hernán Cortés Gil

[6] Juana Yadira Martín Perico

[7] Oscar Leonardo Acero Ordóñez

[5] Doctor en educación. Docente de la Secretaría Distrital de Educación, Departamento de Tecnología. carloscortesg@usantotomas.edu.co. https://orcid.org/0000-0003-2886-1171 https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000783382.

[6] Doctora en educación. Docente investigadora del doctorado en educación y la dirección de Ciencias básicas de la Universidad Santo Tomás. juanamartin@gusta.edu.com. https://orcid.org/0000-0001-5416-1393. https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000440230,Orcid:

[7] Doctor en educación. Docente investigador del doctorado en educación de la Universidad Santo Tomás. oscaracero@usta.edu.co. https://orcid.org/0000-0002-8474-1660. https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001341647, Orcid:

RESUMEN

Los avances científicos y tecnológicos actuales plantean un reto significativo para la educación, haciendo que esta deba adaptarse de manera permanente a un entorno en constante evolución, el cual se encuentra marcado por el uso de nuevas herramientas digitales, procesos de automatización y la coexistencia con la inteligencia artificial. Este proceso exige replantear las estrategias de enseñanza que promueven competencias como el pensamiento crítico, la creatividad y la alfabetización digital. El desafío se centra en orientar a los estudiantes, no solo para usar la tecnología, sino para comprender, cuestionar y transformar su integración de manera ética y responsable, reconociéndose como un proceso indispensable para el progreso de los países en desarrollo.

El presente estudio se centró en la fundamentación de una propuesta pedagógica orientada al desarrollo del pensamiento tecnológico mediante la integración del modelado digital y la impresión 3D. Para ello, se adoptó una metodología de enfoque mixto con un diseño paralelo convergente, sustentada en la diversidad de las fuentes de información, la rigurosidad en la recolección y el procesamiento de los datos, la validación por expertos y la implementación de la propuesta en cuatro instituciones educativas de Bogotá. La investigación contó con la participación de 40 docentes, 240 estudiantes y 5 especialistas en el área. Asimismo, se emplearon procesos de triangulación de la información y análisis estadísticos comparativos que permitieron contrastar los hallazgos y consolidar los fundamentos de esta iniciativa académica.

Entre los hallazgos más relevantes destaca el diseño, implementación y validación de una ruta didáctica que contribuyó de manera significativa a la estructuración del pensamiento tecnológico en estudiantes de educación media, a través de la incorporación de las tecnologías mencionadas, el cual es extrapolable a otras mediaciones como el corte láser, el IoT, la realidad aumentada y la robótica. El diseño contó con un proceso de validación que ofrece a la comunidad educativa una alternativa pertinente para la integración dichas tecnologías en los ambientes de aprendizaje actuales, dado que impulsan la innovación, fortalecen la capacidad de resolver problemas complejos y preparan a los estudiantes para adaptarse a entornos cambiantes, fomentando una visión crítica y creativa del uso de la tecnología desde la integración de las áreas del saber, además de conducirlos a la formación de competencias que les permitirán afrontar, de forma más asertiva, los desafíos académicos, profesionales y laborales del siglo XXI.

PALABRAS CLAVE: competencia tecnológica, prototipado digital 3D, innovaciones disruptivas, cultura tecnológica, razonamiento orientado a la tecnología.

¿Cómo citar este capítulo?

Cortés, C, Martín, J. y Acero, O. (2026). Desarrollo del pensamiento tecnológico mediado por tecnologías exponenciales: integración del modelado digital y la impresión 3D. En Bejarano-Díaz, D. y Herrera, J. (Eds.). Ecosistemas del aprendizaje: experiencias y perspectivas para la transformación educativa en la era digital. (pp. 51-77). Editorial TEINCO.

DOI del capítulo: https://doi.org/10.64351/978-628-97363-8-0.cap.3

ABSTRACT

Current scientific and technological advances pose a significant challenge to education, requiring it to continuously adapt to an ever-evolving environment characterized by the use of new digital tools, automation processes, and the coexistence with artificial intelligence. This process demands a rethinking of teaching strategies that foster competencies such as critical thinking, creativity, and digital literacy. The challenge lies in guiding students not only to use technology, but also to understand, question, and transform its integration in an ethical and responsible manner, recognizing this as an essential process for the progress of developing countries.

This study focused on establishing the foundations of a pedagogical proposal aimed at fostering technological thinking through the integration of digital modeling and 3D printing. To achieve this, a mixed-methods approach with a convergent parallel design was adopted, supported by the diversity of information sources, the rigor applied in data collection and processing, expert validation, and the implementation of the proposal in four educational institutions in Bogotá. The study involved the participation of 40 teachers, 240 students, and 5 specialists in the field. Furthermore, information triangulation processes and comparative statistical analyses were employed to contrast the findings and consolidate the foundations of this academic initiative.

Among the most significant findings was the design, implementation, and validation of a didactic pathway that contributed substantially to the development of technological thinking among secondary school students through the incorporation of the aforementioned technologies. This pathway is also transferable to other technological mediations, such as laser cutting, the Internet of Things (IoT), augmented reality, and robotics. The proposed design underwent a validation process that provides the educational community with a relevant alternative for integrating these technologies into contemporary learning environments. Such technologies promote innovation, strengthen the ability to solve complex problems, and prepare students to adapt to changing contexts, fostering a critical and creative perspective on technology use through the integration of different areas of knowledge. Moreover, they contribute to the development of competencies that enable students to address the academic, professional, and labor challenges of the twenty-first century more effectively.

KEYWORDS: technological competence, 3D digital prototyping, disruptive innovations, technological culture, technology-oriented reasoning.

How to cite this chapter?

Cortés, C, Martín, J. & Acero, O. (2026). Desarrollo del pensamiento tecnológico mediado por tecnologías exponenciales: integración del modelado digital y la impresión 3D. In Bejarano-Díaz, D. & Herrera, J. (Eds.). Ecosistemas del aprendizaje: experiencias y perspectivas para la transformación educativa en la era digital. (pp. 51-77). Editorial TEINCO.

Chapter DOI: https://doi.org/10.64351/978-628-97363-8-0.cap.3

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la acelerada transformación científica y tecnológica redefine continuamente las estructuras sociales, culturales, políticas, y, por supuesto, las educativas. Este contexto exige un proceso de innovación educativa que aporte de manera significativa y trascendente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de todos los niveles educativos. Si la educación no propone nuevas formas de formar a los estudiantes, estos se verán enfrentados a una realidad distinta a la que se les ha enseñado, ampliando la brecha entre lo que se aprende en la escuela y lo que realmente se necesita para desenvolverse con éxito a lo largo de la vida.

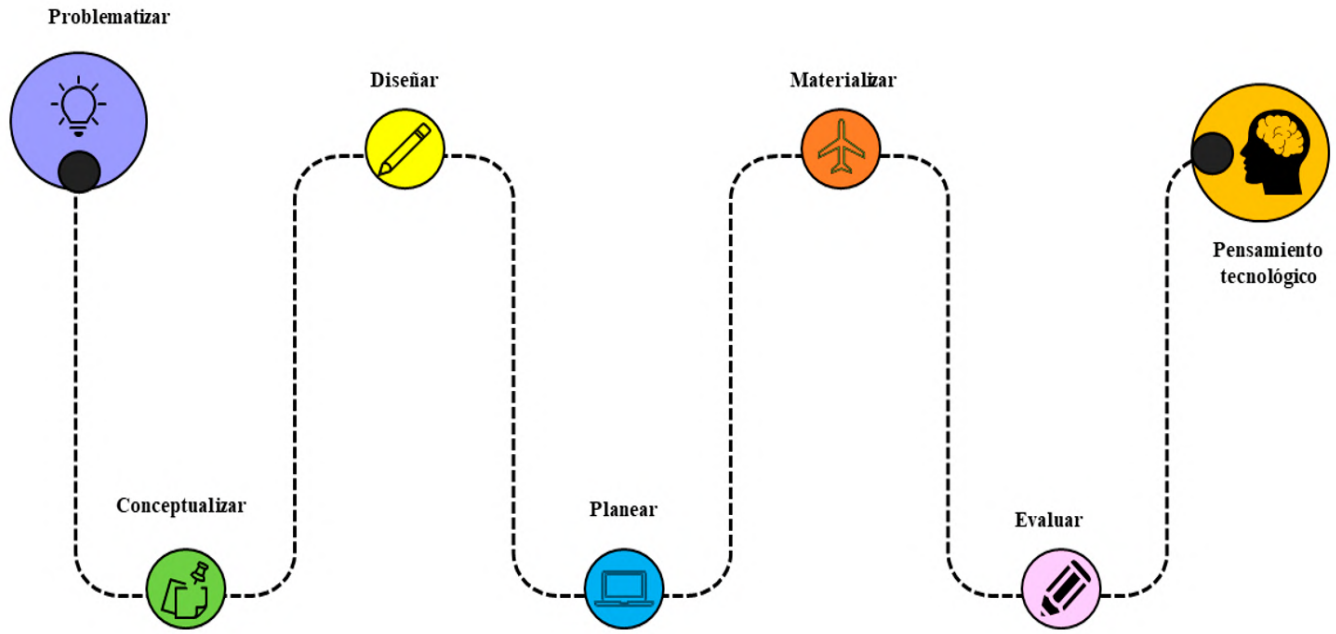
En este escenario, las tecnologías exponenciales surgen como una alternativa poderosa para contextualizar la enseñanza y enfrentar a los estudiantes a situaciones reales, en las que puedan estructurar su pensamiento desde una perspectiva tecnológica. Entre las múltiples tecnologías disponibles, el modelado digital y la impresión 3D han demostrado tener un impacto positivo en el desarrollo del pensamiento tecnológico. Uno de los indicadores más representativos del desarrollo de una nación constituye la cantidad de patentes y registros de desarrollo tecnológico (software, prototipos, etc.), los cuales reflejan la calidad del capital humano y el nivel de conocimiento de su sociedad (Apella, 2022).

En Colombia, al igual que en diversos países en vía de desarrollo, estos indicadores no son alentadores (MinCiencias, 2021), se trata de una problemática que encuentra su origen en la educación básica y media, donde los estudiantes no reciben aún una formación apropiada para adquirir habilidades y competencias tecnológicas desde etapas tempranas, lo que dificultará en el futuro sus proyecciones de personales, de empleabilidad, de emprendimiento y de profesionalización.

En las realidades académicas de la formación básica y media, el área de tecnología e informática se presenta como un área del saber involucrada en el currículo cuya naturaleza debería contribuir en el desarrollo de dichas competencias. Al respecto, diferentes autores han encontrado que en muchas instituciones se continúa enseñando bajo metodologías desactualizadas, descontextualizadas y con un enfoque meramente instruccional (Compartir, 2019), lo que limita el desarrollo de una estructura sólida del pensamiento tecnológico, incluso cuando los estudiantes tienen acceso a herramientas modernas como plataformas, programas especializados de uso libre, juegos, entre otros (Leguizamón, 2021). Actualmente no basta con que los discentes aprendan a utilizar tecnologías, es fundamental que desarrollen la capacidad de integrar estas herramientas en la resolución de problemas, considerando el contexto, los recursos disponibles, la optimización de soluciones y la aplicación de la creatividad e innovación, que los llevan a formar competencias pertinentes para el siglo XXI (McGraw, 2020).

Sumado a lo anterior, este desafío se agudiza gracias al rápido avance de las tecnologías en exponenciales como la robótica, el big data, la nanotecnología, la impresión 3D y la inteligencia artificial, cuyo impacto sobre el sistema educativo resulta inminente, puesto que lo que hoy se enseña puede ser obsoleto en pocos años (Davidson, 2019). Por tanto, es indispensable que los estudiantes tengan un contacto real con estas tecnologías, pero también que desarrollen la adaptabilidad, el pensamiento crítico, la creatividad y la alfabetización digital, teniendo como base una estructura de pensamiento que les permita relacionarse con plasticidad con las nuevas apariciones tecnológicas, sin perder de vista la esencia del pensamiento tecnológico (comprender, crear y transformar), el cual se construye mediante un proceso iterativo que comprende 6 etapas relacionadas a continuación:

Figura 10. Esquema de las etapas que llevan al desarrollo del pensamiento tecnológico



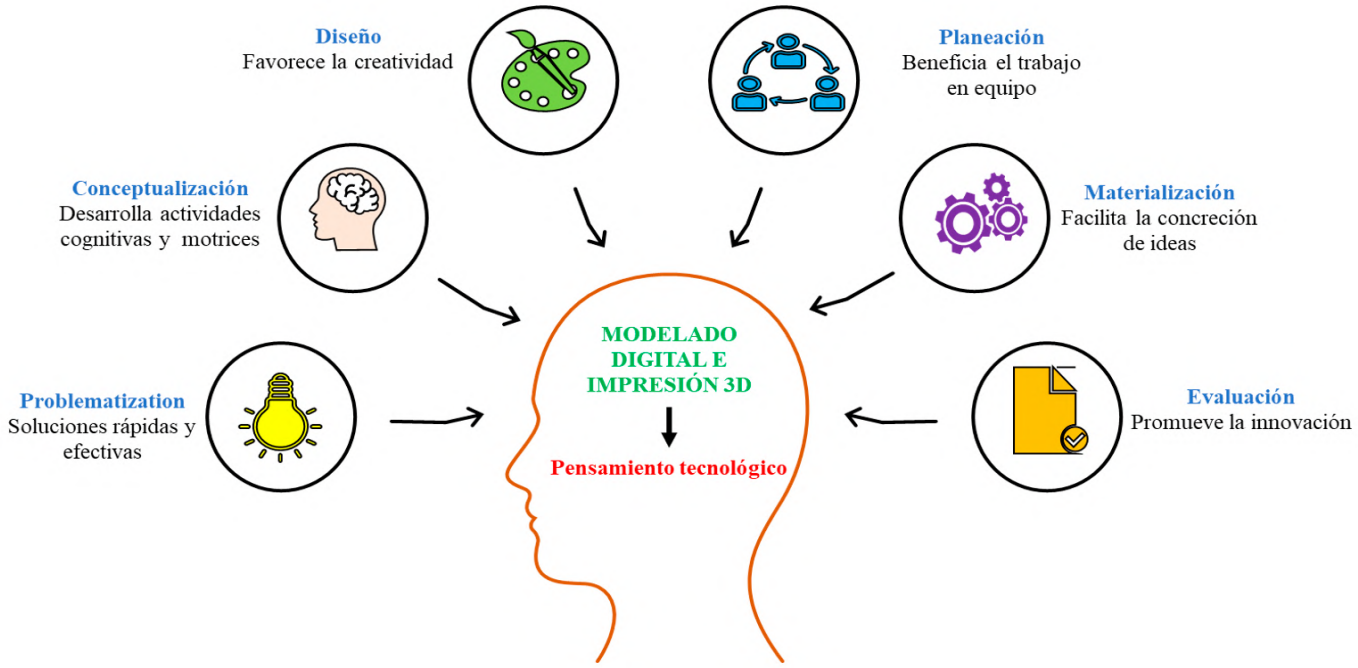
Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En diferentes ámbitos, incluyendo el educativo, se han incorporado nuevas tecnologías exponenciales (Herrera, 2020), entre las que se pueden destacar el modelado digital que se basa en la creación y representación virtual de objetos, procesos o sistemas mediante herramientas informáticas especializadas y la impresión 3D como una tecnología de fabricación que permite crear objetos físicos capa por capa a partir de un modelo digital, para construir modelos tridimensionales de objetos, piezas, maquetas o artefactos previamente diseñados o digitalizados mediante software especializado (ASTM, 2020).

El uso de estas tecnologías ha demostrado ser altamente eficiente e intuitivo en procesos de diseño y manufactura. En el ámbito educativo, existen evidencias relacionadas con su valor pedagógico, ya que facilita el aprendizaje activo y significativo, permitiendo la materialización de ideas orientadas a resolver problemas de naturaleza tecnológica. Esta tecnología posibilita el desarrollo de habilidades cognitivas como la comprensión y ubicación espacial, entendida como la capacidad de formar, identificar y manipular mentalmente imágenes, formas y objetos (Benavente, 2019).

Las mencionadas cualidades permiten el fortalecimiento de competencias como la creatividad, la innovación y el trabajo colaborativo, así como el desarrollo de otras habilidades cognitivas y motrices que guardan estrecha relación con las distintas etapas del pensamiento tecnológico. Esto lleva a establecer los beneficios pedagógicos de estas mediaciones para fomentar el pensamiento tecnológico en estudiantes de educación media, poniendo de manifiesto una estrecha correspondencia entre cada etapa del pensamiento tecnológico y los aportes en el aprendizaje del modelado y la impresión 3D. Como principales aportes, se destaca la comprensión práctica de los procesos tecnológicos, el fomento de la cultura de diseño y prototipado, el impulso de la autonomía, la innovación y la conexión entre teoría y práctica. A continuación, se ilustra la relación directa entre las etapas del pensamiento tecnológico y los aportes pedagógicos del modelado digital y la impresión 3D, destacando su valor como estrategia educativa integral (Davidson, 2019).

Figura 11. Relación entre pensamiento tecnológico y modelado digital e impresión 3D



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Adicionalmente, esta tecnología no solo fortalece habilidades técnicas, sino que también potencia el capital intelectual necesario para que los estudiantes se integren de forma activa y creativa en la sociedad. En este contexto, resulta clave incorporar estrategias educativas que integren tecnologías exponenciales con enfoques que promuevan la creatividad, la innovación y el aprendizaje autónomo y continuo (Portillo, 2021). Esta combinación garantiza que los conocimientos se mantengan actualizados y pertinentes frente a los constantes cambios del entorno.

En consecuencia, la presente investigación se centró en proponer un enfoque pedagógico que permitiera la integración del modelado digital y la impresión 3D, como herramientas didácticas para fortalecer las competencias asociadas al pensamiento tecnológico en estudiantes de educación media, en la búsqueda de la articulación entre la teoría y la práctica mediante el uso de sistemas digitales, automatizados y programables, con la perspectiva de la promoción de ambientes de aprendizaje significativos e innovadores.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

- Fundamentar una propuesta pedagógica que desarrolle el pensamiento tecnológico y el aprendizaje de los estudiantes en la educación media, con el uso de tecnologías de modelado digital e impresión 3D.

Objetivos específicos

- Describir los elementos de la educación 5.0 que contribuyen al desarrollo del pensamiento tecnológico.

- Estructurar una propuesta pedagógica que encamine al estudiante en el desarrollo del pensamiento tecnológico, con el uso de modelado digital e impresión 3D.

- Implementar la propuesta pedagógica elaborada con el fin de conducir al estudiante de educación media en el desarrollo del pensamiento tecnológico.

- Determinar elementos teórico-prácticos que relacionan la incidencia de la propuesta pedagógica ejecutada con el desarrollo del pensamiento tecnológico en los estudiantes de educación media.

Hipótesis

La implementación de una propuesta pedagógica basada en el modelado digital y la impresión 3D contribuye al desarrollo del pensamiento tecnológico, en el estudiante en la educación media.

MARCO CONCEPTUAL

El presente marco conceptual tiene como propósito fundamentar teóricamente los componentes que sustentan el desarrollo del proyecto, a partir de una revisión analítica de fuentes científicas y académicas.

El pensamiento tecnológico y sus aportes a la educación

El pensamiento tecnológico destaca como una forma de poner en práctica el razonamiento humano, especialmente en el actual mundo interconectado, en el cual las llamadas tecnologías exponenciales crecen a una velocidad casi inalcanzable (López, 2020). Esta estructura de comprensión permite una adecuada relación con la tecnología en sus diferentes niveles, dimensiones y modalidades, en tanto cada persona tiene un papel como consumidor o diseñador. Así, el pensamiento tecnológico en su más alto nivel permite generar conocimiento tecnológico, aportando al conocimiento y al capital intelectual, dos de los factores más importantes y determinantes para el desarrollo y progreso de las sociedades (Granada, 2021). Este tipo de pensamiento interconecta diferentes formas de razonamiento para abordar la solución de problemas de naturaleza tecnológica, como el pensamiento crítico, de diseño, sistémico y computacional.

Características del pensamiento tecnológico

Este tipo de pensamiento puede entenderse como el puente o transformación que ocurre entre el conocimiento y la obtención de un artefacto, un objeto o un nuevo conocimiento. Así, constituye los procesos mentales que ocurren entre una idea y un producto de carácter tecnológico (Merchán, 2021), el cual se encuentra relacionado con una actividad mental de orden epistemológico y funcional que permite intervenir y operar la realidad en el contexto de los seres humanos, convirtiéndose en una forma de adquirir, modificar y representar objetos y conocimientos tecnológicos para la solución creativa de problemas, necesidades o deseos que mejoran la calidad de vida y la sociedad en general.

En este sentido, de acuerdo con Caballero (2020), es posible caracterizar como particularidades de este tipo de pensamiento su expresión como una actividad neuronal que por su complejidad no se puede visibilizar o medir directamente, no obstante, se puede evidenciar por sus producciones semánticas (conducta, el lenguaje y actividades fácticas). Este pensamiento contempla múltiples dimensiones del ser humano, como la social, cognitiva, pragmática, biológica, comunicativa y deontológica, lo que constituye una forma de pensamiento individual, influenciada por la interacción sociocultural, el contexto y el desarrollo biológico de la persona.

Este tipo de pensamiento puede ser modificado mediante acciones educativas y de aprendizaje, así como de la propia reflexión e introspección de la persona, por tal razón es un pensamiento estructurado. Lo anterior, entendiendo que las acciones desarrolladas dentro del pensamiento tecnológico se dan entre el conocimiento y la materialización de un artefacto u objeto, pasando por la problematización, conceptualización, diseño, planeación, implementación y evaluación.

Este proceso permite la producción de conocimiento tecnológico y de artefactos u objetos tecnológicos, para generar capital intelectual y mejorar las condiciones de vida y el desarrollo económico de las sociedades, ya que la información relacionada con el pensamiento tecnológico está compuesta por datos, que son guardados en la memoria a largo plazo, permitiendo que estos puedan ser reutilizados y rescatados para ser implementados en la solución de nuevos problemas y necesidades. Adicionalmente, es posible evaluar y establecer el nivel de conocimiento tecnológico que ha alcanzado una persona o un grupo social desde el uso, adaptación o creación de artefactos y objetos tecnológicos.

De acuerdo con lo anterior, aunque el pensamiento tecnológico no hace parte de los propósitos educativos de algunos contextos, es necesario que este sea trabajado en las instituciones educativas para permitir el abordaje de diversas problemáticas, posibilitar la participación y la gestión del uso de la tecnología y la ciencia de forma sustentable, especialmente en los contextos de países emergentes. A futuro puede este proceso puede proporcionar ventajas para las nuevas generaciones en las sociedades que lo implementen, relacionadas con la comprensión de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad de modo que exista conciencia crítica de su uso, utilidad e instrumentación; asimismo, es posible lograr un enfoque ético de la tecnología de modo que permita discernir sobre su uso, implementación y desarrollo para el alcance de la equidad, la supervivencia y el cuidado de la naturaleza (Büch, 2019).

En este sentido, es determinante identificar los productos de la tecnología en un contexto, buscando establecer las actividades educativas eficientes para el desarrollo de una sociedad y emplear la tecnología para solucionar las problemáticas y necesidades particulares de un grupo social específico, estos componentes se especifican en el siguiente esquema, el cual muestra las características y aspectos de los componentes del pensamiento tecnológico.

Figura 12. Esquema de los componentes del pensamiento tecnológico



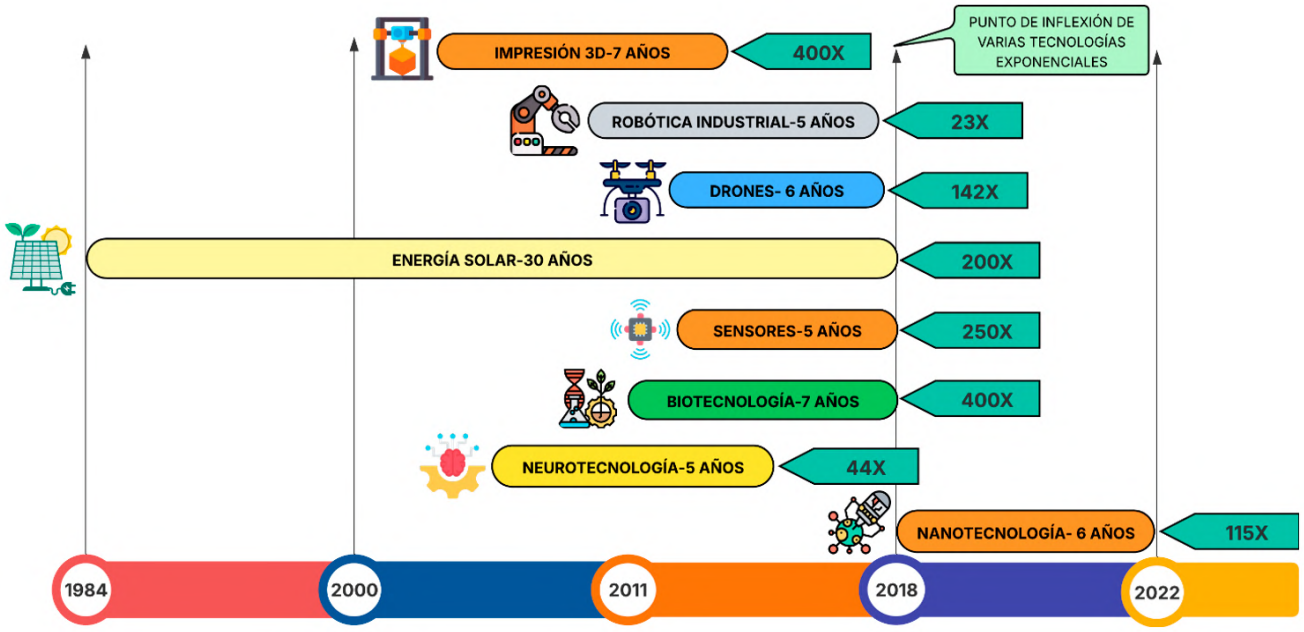
Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Tecnologías exponenciales

La tecnología, desde sus inicios, es un área que se encuentra en constante desarrollo, presentando un crecimiento amplio y exponencial en los últimos años (Mota, 2021). Este aspecto fue previsto en la década de los años sesenta por parte Gordon Moore, cofundador de Intel, quien estableció la llamada Ley de Moore, con la cual se establece que la capacidad de los procesadores de las computadoras se duplica aproximadamente cada 2 años, reduciendo, en este mismo sentido, su costo a la mitad (Bernardi, 2021). Esta observación, aplicada a otras tecnologías, se relaciona también con su complejidad, la cual va disminuyendo de manera importante mientras su número de aplicaciones va aumentando de forma dinámica, aún más cuando estas se combinan o interactúan con otras tecnologías.

Así, es posible encontrar las denominadas tecnologías exponenciales, entendidas como aquellas que a través del tiempo reducen sus costos y su complejidad, pero aumentan su rendimiento, escalabilidad, impacto y adopción en múltiples campos (López, 2020). En relación con ello, diversos expertos afirman que su adopción en los sectores social, académico, empresarial, educativo y gubernamental es necesaria para el avance y la resolución de problemáticas de un país (González y Páramo, 2018). Esta importancia está dada por el gran impacto que producen en el campo laboral y la formación profesional, por lo cual se proyecta que estas tecnologías van a demandarán una mayor cantidad de perfiles profesionales a mediano y largo plazo. A continuación, se presenta la manera en cómo ha sido el desarrollo, el punto de inflexión y rendimiento para algunas de las tecnologías exponenciales más sobresalientes:

Figura 13. Evolución, madurez y desempeño de diversas tecnologías exponenciales



Nota. Adaptado de Tecnologías exponenciales: el mundo cambia más rápido que nunca (10xu.com, 2021).

Modelado digital e impresión 3D

Como parte de las tecnologías exponenciales es posible encontrar el modelado digital y la impresión 3D, procesos que han tenido un desarrollo e impacto importante en diversos campos de la tecnología. El primer paso de este proceso corresponde al modelado, el cual, según los Estándares Nacionales para el Diseño Asistido por Computador de los Estados Unidos (NCS,

2018), consiste en la representación matemática de cualquier objeto tridimensional (ya sea inanimado o con movimiento), a través de un software especializado, a cuyo producto se le llama modelo 3D.

Posteriormente, se desarrolla la impresión 3D, definida por la Sociedad Americana de Prueba de Materiales (ASTM, 2020), como un grupo de tecnologías de fabricación por adición, donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición de capas sucesivas de material. Sus aplicaciones van desde fabricar casas, prótesis de extremidades y dentales, refacciones de autos, partes de cohetes y transbordadores, hasta la producción de órganos para trasplantes en humanos. Otros usos se relacionan con la fabricación de fármacos, telas biodegradables y baterías de grafeno y otros materiales para la producción de autos eléctricos (Costa, 2019).

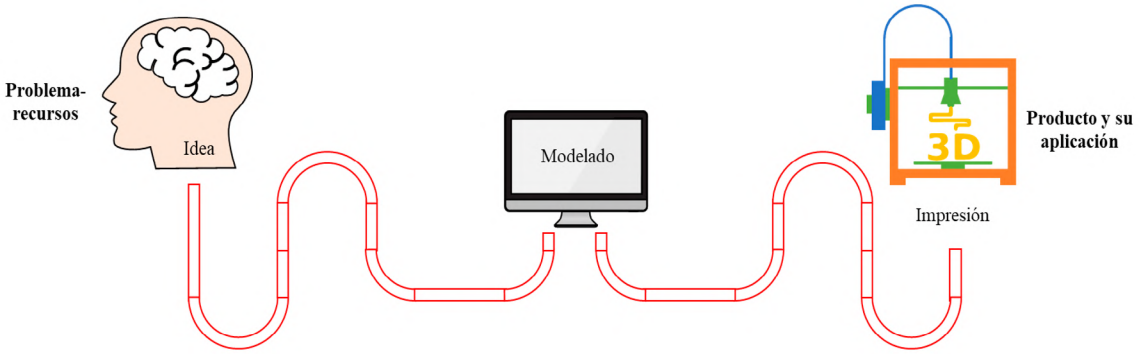
Figura 14. Aplicaciones de la impresión 3D en contextos cotidianos



Nota: Elaboración propia por parte de los autores, mediante Whisk AI.

La unión de estos dos procesos toma importancia en el desarrollo de pensamientos, ideas y conocimientos cuando se combinan en la solución de problemas relacionados con lo tecnológico. El proceso completo implica varias etapas, en la cuales se parte de un boceto o croquis, se crea y diseña el objeto o idea 3D mediante software, se continúa con programas que realizan la laminación del archivo y finaliza con la impresión del objeto en tres dimensiones (Herrera, 2020).

Figura 15. Esquema del proceso de modelado digital e impresión 3D



Nota. Adaptado de LIV 3D Up, 2021, (https://liv3dup.com/technologies/).

Modelado digital e impresión 3D como tecnología exponencial para la educación

En el campo educativo el uso de tecnologías exponenciales, como el modelado digital y la Impresión 3D, han empezado a adquirir especial importancia debido a que permiten la participación de los estudiantes en el aula y la transformación del aprendizaje en una experiencia diferente, interesante y tangible, a través de recursos que permiten conectar y captar el interés de los estudiantes actuales, quienes son nativos digitales (Herrera, 2020).

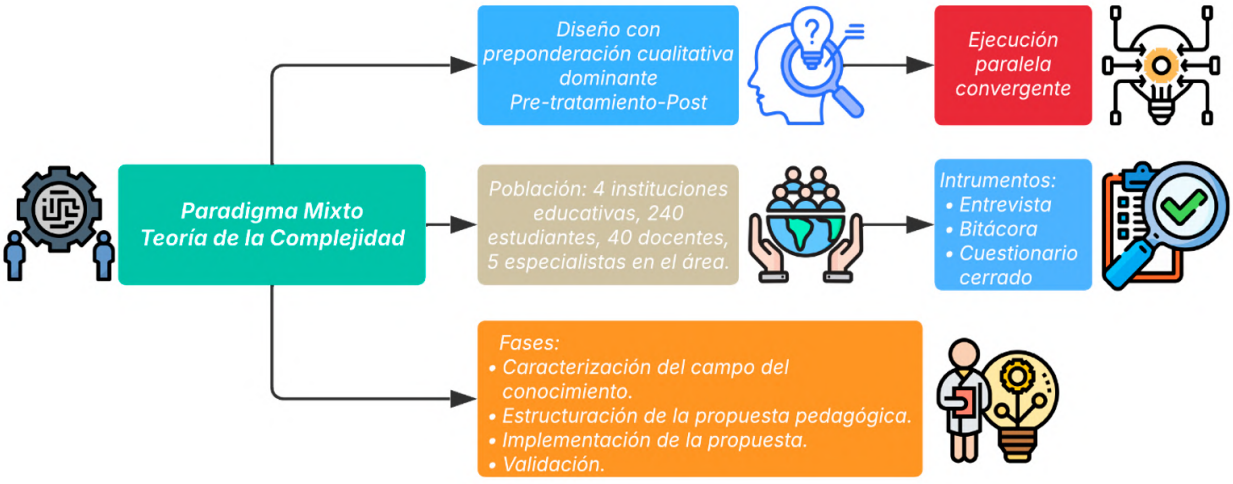
La incorporación de estas tecnologías en el desarrollo de clases prácticas con resultados rápidos y reales permite que los estudiantes permanezcan atentos a las explicaciones del docente y posteriormente puedan realizar sus propios diseños. Por ello, habitualmente, los centros educativos las emplean en espacios académicos como matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería y son usadas como medio de trabajo en equipo, permitiendo la experimentación con la máquina y el desarrollo de clases prácticas, con las cuales los estudiantes pueden pasar de trabajar con conceptos abstractos a debatir y aportar ideas en aplicaciones reales (Saorín, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolla a partir de un enfoque mixto, desde la perspectiva de Creswell (2021), el cual combina el análisis de percepciones y experiencias de los participantes con la medición de los resultados de aprendizaje derivados de la implementación de una propuesta pedagógica. Esto con el fin de abordar las dimensiones cualitativas del pensamiento tecnológico como estructura cognitiva, así como de cuantificar la contribución de las tecnologías exponenciales empleadas como mediadoras del proceso educativo (Pluye y Gagnon, 2019).

El diseño adoptado fue de tipo paralelo convergente, en el que los datos cualitativos y cuantitativos se recopilaron de forma simultánea para posteriormente ser analizados de manera independiente, comparados e integrados en la interpretación final. Este enfoque permitió identificar coincidencias, complementariedades o tensiones entre los distintos tipos de datos (Froehlich, 2020). Para garantizar criterios de validez en los procesos del estudio, se consideraron criterios metodológicos como la diversidad de fuentes, el análisis cruzado de resultados y la validación de instrumentos mixtos específicos propuestos (Clark, 2021).

Figura 16. Esquema de la estructura del diseño metodológico de la investigación



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

La presente investigación contó con 285 participantes, los cuales se distribuyeron en 40 docentes de 6 colegios públicos y privados con acceso al uso de modelado digital e impresión 3D; 240 estudiantes de grado décimo y undécimo, quienes conformaron los grupos experimental y de control; y 5 investigadores expertos en el área con producción académica relacionada con el pensamiento tecnológico y su desarrollo.

La investigación se desarrolló en cuatro etapas fundamentales, en coherencia con el diseño metodológico mixto previamente descrito. Durante la primera etapa, denominada caracterización conceptual, se realizó un análisis documental sistemático, mediante una matriz de revisión, para establecer los fundamentos teóricos y metodológicos del pensamiento tecnológico y las tecnologías exponenciales. La segunda etapa consistió en el diseño de la propuesta pedagógica, el cual se dio a partir del análisis documental y los resultados de una entrevista semiestructurada aplicada a docentes y expertos. En un tercer momento, se llevó a cabo la implementación de la propuesta en cuatro instituciones educativas, públicas y privadas de diferentes regiones del país, este ejercicio se realizó a través de pruebas diagnósticas y finales, guías de trabajo, rúbricas y una bitácora de observación cuantitativa para documentar el desempeño estudiantil y el seguimiento docente. Finalmente, la cuarta etapa consistió en la evaluación de la incidencia, momento en el cual se analizó el impacto de la propuesta mediante un formulario cerrado dirigido a docentes, estudiantes y expertos. Este análisis permitió identificar coincidencias, diferencias y aportes teóricos relevantes al campo del pensamiento tecnológico.

HALLAZGOS O RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con la intervención propuesta en la investigación, organizada a partir de los objetivos del estudio y al diseño metodológico aplicado, para cada una de las etapas propuestas, se describe brevemente el propósito, los instrumentos utilizados, el análisis realizado y los principales hallazgos.

Etapa 1. Caracterización del campo de conocimiento

Esta fase permitió identificar los fundamentos teóricos necesarios para el diseño de la propuesta pedagógica orientada al fortalecimiento del pensamiento tecnológico en estudiantes de educación media. A través del análisis documental de cuatro categorías centrales: pensamiento tecnológico, estructuras de pensamiento, tecnologías exponenciales, y modelado digital e impresión 3D, se establecieron relaciones clave entre ellas. Los datos reflejan una constante presencia de aspectos vinculados con los procesos cognitivos, el saber tecnológico, las tecnologías emergentes y el modelado digital.

Tabla 5. Relación de elementos destacados del análisis documental

Estructuras de pensamiento	%	Pensamiento tecnológico	%	Tecnologías exponenciales	%	Modelado digital e impresión 3D	%
Procesos cognitivos	20%	Pensamiento tecnológico	25%	Tecnologías exponenciales	25%	Modelado digital	20%
Estructuras de pensamiento	20%	Educación en tecnología	20%	Impacto de la tecnología	20%	Impresión 3D	20%
Pensamiento tecnológico	15%	Conocimiento tecnológico	20%	Educación en tecnología	20%	Educación en tecnología	15%
Educación tecnológica	15%	Innovación	15%	Impresión 3D	15%	Tecnología exponencial	15%

Toma de decisiones	15%	Desarrollo cognitivo	10%	Nuevo perfil profesional	10%	Creatividad	15%
Inteligencia	15%	Tecnología exponencial	10%	Avance tecnológico vs economía	10%	Pensamiento tecnológico	15%

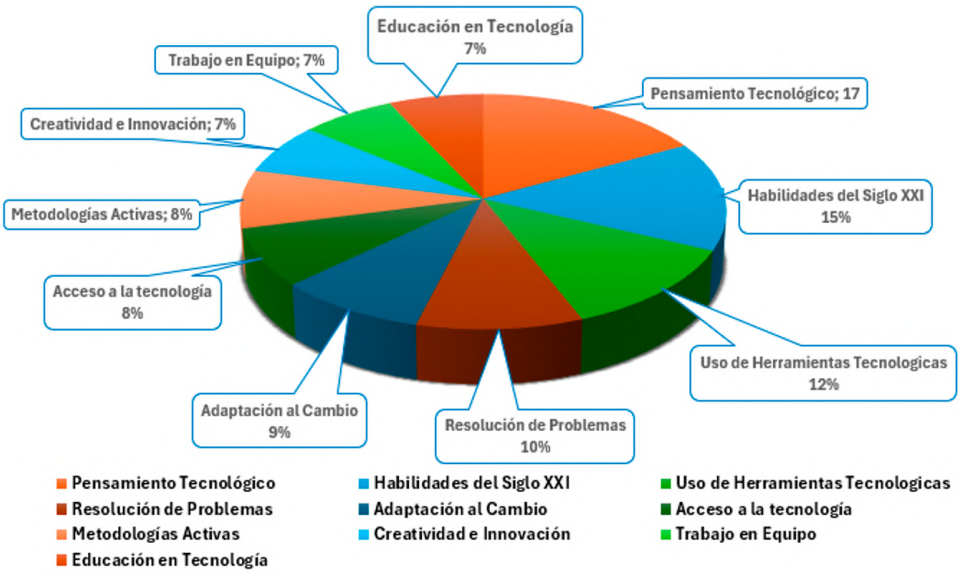
Nota. Elaboración propia por parte de los autores

Culminado el análisis documental por categorías, se definieron las etapas del pensamiento tecnológico que orientan la implementación de la propuesta pedagógica: problematización, conceptualización, diseño, planeación, materialización y evaluación (Leguizamón, 2021). Esta fase también contribuyó significativamente a la construcción del marco teórico, la formulación del problema, la justificación, los objetivos y el diseño metodológico del estudio.

Etapa 2. Estructuración de la propuesta pedagógica

El análisis documental permitió establecer la integración del modelado digital y la impresión 3D como una estrategia pedagógica alineada con el desarrollo del pensamiento tecnológico al aportar a la construcción de conocimientos, habilidades y competencias clave en estudiantes de educación media. Esta etapa incorporó los resultados de una entrevista semiestructurada aplicada a 40 docentes y expertos en educación tecnológica. Las respuestas se clasificaron según las categorías del estudio y se analizaron comparativamente, lo que permitió identificar aportes significativos para el diseño pedagógico, tales como la importancia de las habilidades del siglo XXI, la resolución de problemas, la creatividad, la innovación y el trabajo colaborativo. Estos hallazgos enriquecieron la propuesta al definir competencias, resultados de aprendizaje, actividades y estrategias de evaluación coherentes con las etapas del pensamiento tecnológico y con el uso pedagógico de tecnologías exponenciales. A continuación, se presentan, de manera porcentual, los elementos más relevantes identificados en las entrevistas.

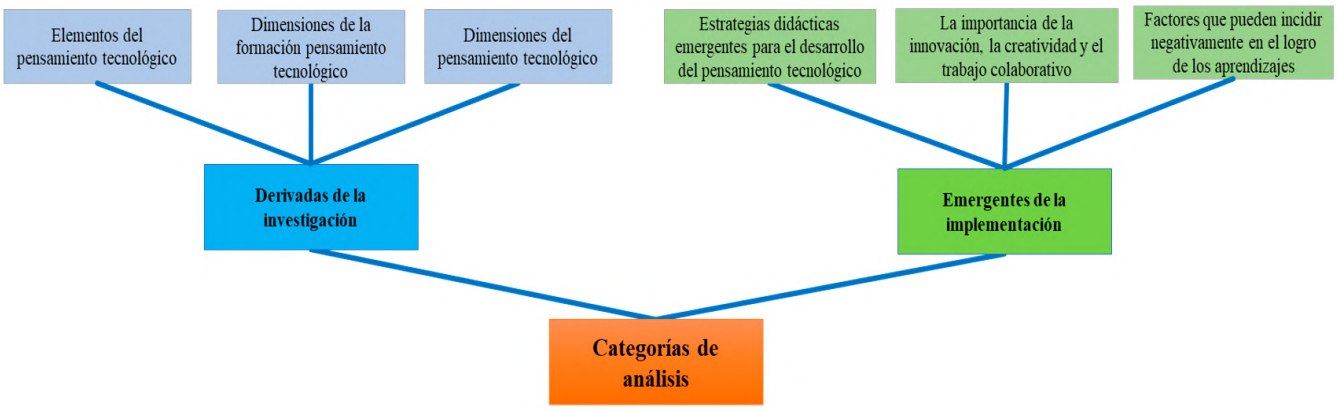
Figura 17. Resultados de las entrevistas



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Como se puede evidenciar, el diseño de la propuesta pedagógica incorporó elementos clave derivados del análisis de las categorías de investigación: pensamiento tecnológico, dimensiones formativas y evidencias de aprendizaje. Además, se integraron hallazgos emergentes que destacaron estrategias didácticas, el valor de la creatividad, la innovación, el trabajo colaborativo y la identificación de factores que pueden afectar negativamente los resultados de aprendizaje.

Figura 18. Definición de categorías de análisis derivadas de la investigación



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Teniendo en cuenta los aportes conceptuales y el análisis documental desarrollado se estructuró la propuesta pedagógica, contemplando las siete etapas del desarrollo del pensamiento tecnológico. Para cada una de las etapas se definieron actividades, competencias y resultados de aprendizaje, acompañados de herramientas como pruebas diagnósticas y finales, guías de trabajo, rúbricas de evaluación, tutoriales y material bibliográfico.

Etapa 3. Implementación de la propuesta

La implementación se realizó en cuatro instituciones educativas (públicas y privadas) de Bogotá y otras regiones, con un total de 240 estudiantes de educación media, divididos en ocho grupos. La mitad de los participantes recibió la intervención pedagógica, mientras que la otra mitad funcionó como grupo de control. El seguimiento se realizó mediante bitácoras de observación cuantitativa diligenciadas por los docentes, así como con pruebas de entrada y salida para evaluar los niveles de conocimiento sobre pensamiento tecnológico antes y después de la intervención.

Los resultados evidenciaron avances significativos en las seis etapas del pensamiento tecnológico (problematización, conceptualización, diseño, planeación, materialización y evaluación) por parte de los estudiantes intervenidos, en comparación con el grupo de control. La siguiente gráfica muestra los niveles de competencia alcanzados en cada etapa, clasificados en rangos bajo, medio y alto.

Figura 19. Gráfica comparativa de los niveles de competencias y habilidades (grupos experimental y control)



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Estos resultados evidencian una tendencia positiva en el desempeño de los grupos intervenidos en todas las etapas del desarrollo del pensamiento tecnológico. Pese a que las diferencias con los grupos de control no son tan marcadas en las etapas de problematización, conceptualización y evaluación, se evidencian avances significativos en las etapas de diseño, planeación y materialización. Esto sugiere que la propuesta pedagógica tuvo un impacto más fuerte en las fases prácticas y aplicadas del proceso formativo.

Los resultados obtenidos por institución presentan patrones similares a los generales, con algunas variaciones particulares que permiten identificar factores contextuales que influyen en el aprendizaje; por ejemplo, en las instituciones públicas de Bogotá se evidencian resultados positivos con ligeras diferencias entre ellas. En este sentido, algunos de los proyectos desarrollados por los estudiantes se centraron en soluciones tecnológicas para su entorno inmediato, como sistemas automatizados para dispensar comida a mascotas, canecas inteligentes, dispositivos para contabilizar refrigerios o aspiradoras automáticas, demostrando una clara conexión entre la propuesta pedagógica, la creatividad y la resolución de problemas del contexto.

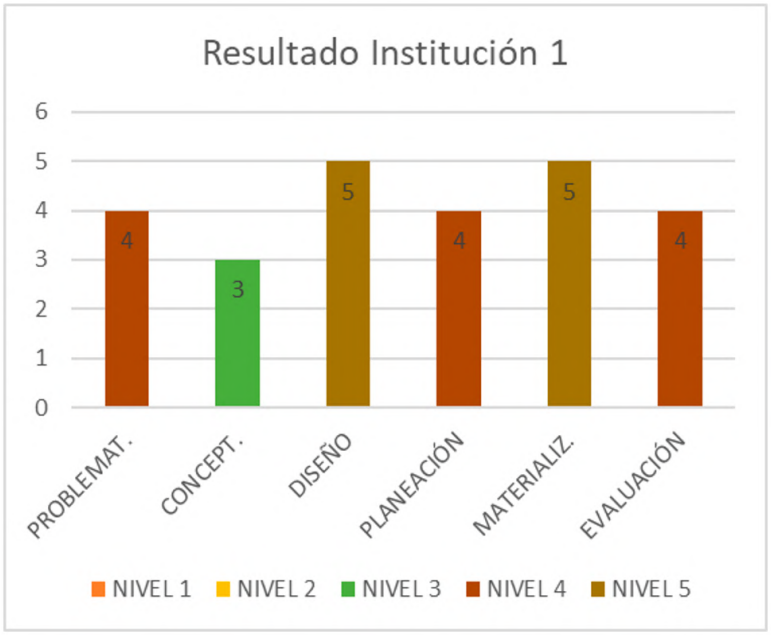
Figura 20. Proyectos desarrollados en la institución 1



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En el proceso desarrollado en esta institución, los estudiantes utilizaron principalmente el modelado digital, mientras que la impresión 3D se empleó para la construcción de mecanismos y partes que requerían resistencia y precisión. Estos avances no se limitaron únicamente a las etapas de diseño y materialización, sino que evidenciaron progresos significativos en las fases de problematización, planeación y evaluación, lo cual refleja una apropiación más integral de la propuesta pedagógica.

Figura 21. Resultados del comportamiento de las etapas del pensamiento tecnológico en la institución 1



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En la institución de educación pública número 2 se desarrollaron proyectos innovadores basados en robótica y programación, los cuales estuvieron orientados a la solución de problemáticas del entorno. Entre ellos destacan dispositivos para el cuidado y rastreo de mascotas, robots de asistencia para personas mayores o con discapacidad visual y sistemas de protección

frente a la contaminación acústica. Estos desarrollos fueron posibles gracias al trabajo colaborativo entre docentes y estudiantes, quienes integraron conocimientos en electrónica y programación, así como herramientas de fabricación digital como el corte láser, el modelado y la impresión 3D.

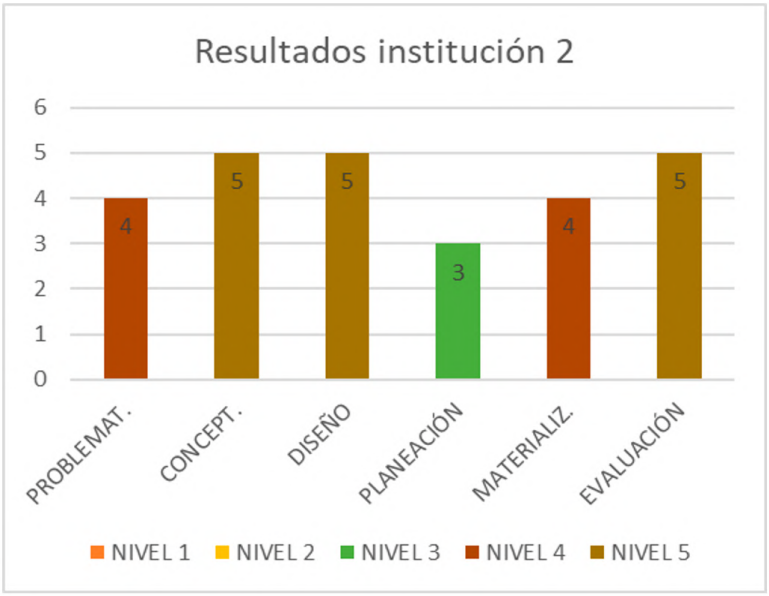
Figura 22. Proyectos desarrollados en la institución 2



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En los proyectos desarrollados en esta institución los estudiantes combinaron el corte láser con la impresión 3D, logrando la integración de estas dos tecnologías exponenciales. Los resultados más destacados se evidenciaron en las etapas de conceptualización, diseño y evaluación, posiblemente debido a que los estudiantes ya contaban con conocimientos previos en estas áreas. Asimismo, se observaron avances significativos en problematización y materialización, aunque en menor medida. La siguiente gráfica muestra en detalle el desempeño alcanzado en cada una de estas etapas.

Figura 23. Resultados del comportamiento de las etapas del pensamiento tecnológico en la institución 2



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En la institución educativa número 3, de carácter privado y ubicada en Bogotá, los estudiantes de educación media desarrollaron proyectos enfocados en procesos ambientales, de administración y de electrónica. Estos trabajos destacan por su solidez teórica, buena organización y habilidades de socialización, dentro de los cuales se desarrollaron modelos de viviendas y edificios autosuficientes energéticamente, que integran domótica e inmótica y se apoyan en una sólida comprensión de la electrónica y la automatización. Si bien algunos de los estudiantes no contaban con experiencia previa en modelado e impresión 3D, la inclusión de estas herramientas en el aula despertó su curiosidad y motivación, aunque también implicó ciertos desafíos. Así, el uso de software especializado facilitó el diseño de maquetas y prototipos, y la impresión 3D resultó clave para materializar los componentes de los proyectos.

Figura 24. Proyectos desarrollados en la institución 3



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En esta institución educativa, los estudiantes destacaron en las etapas de problematización, conceptualización y evaluación; que el desempeño fue intermedio en las etapas de diseño y materialización, mientras que la planeación presentó los resultados más bajos. Para los estudiantes de esta institución fue fundamental el uso e integración del modelado digital en el diseño de sus maquetas y la impresión 3D complementa la elaboración de algunos mecanismos complejos.

Figura 25. Resultados del comportamiento de las etapas del pensamiento tecnológico en la institución 3



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Finalmente, en la institución educativa número 4, ubicada en Puerto Boyacá, se conformó un centro de interés enfocado en robótica, electrónica, impresión 3D y tecnologías exponenciales, gracias a la infraestructura disponible, el acceso a equipos y la experiencia del docente a cargo. En este escenario, aunque los estudiantes no tenían conocimientos previos, mostraron gran motivación y curiosidad por aprender, y a diferencia de otras instituciones, la propuesta no estuvo sujeta a calificaciones, lo que facilitó un aprendizaje más libre y centrado en el interés personal. Con este proceso los estudiantes desarrollaron soluciones a problemas concretos, como la creación de filamento a partir de botellas plásticas y el diseño de soportes para tarjetas electrónicas. También iniciaron la construcción de robots didácticos como parte de su proceso de aprendizaje. Algunos de estos desarrollos se muestran a continuación.

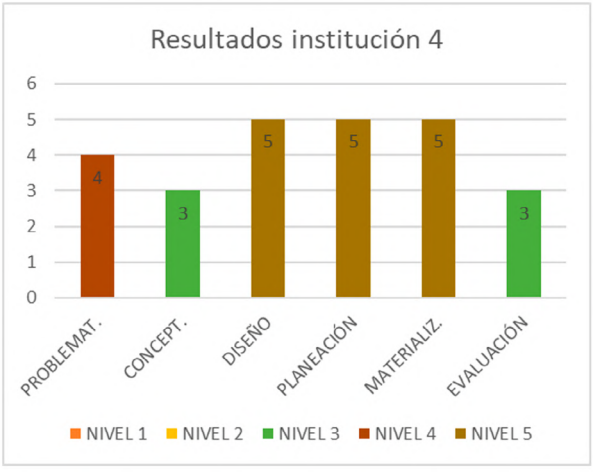
Figura 26. Proyectos desarrollados en la institución 4



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En esta institución los estudiantes desarrollaron material didáctico para su centro de interés, lo que les permite seguir aprendiendo e integrando el modelado digital y la impresión 3D en el desarrollo de diversos proyectos educativos. Este grupo se destacó en las etapas de diseño, planeación y materialización, impulsados por sus propias necesidades y la intención del docente de aprovechar los recursos disponibles para mejorar las condiciones institucionales. En cuanto al desempeño obtenido, este fue medio para la problematización y bajo para los procesos de conceptualización y evaluación.

Figura 27. Resultados del comportamiento de las etapas del pensamiento tecnológico en la institución 4



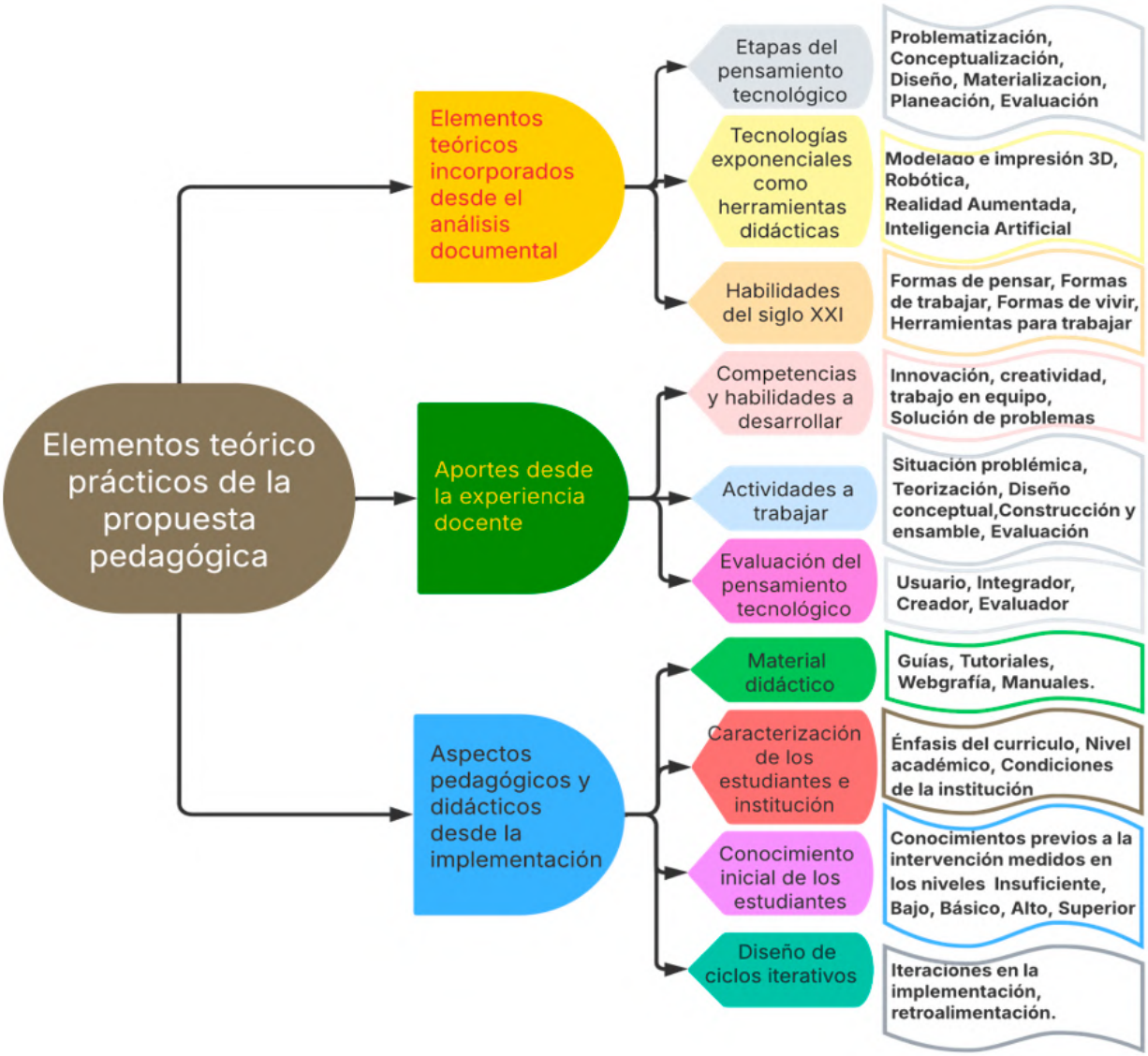
Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

El análisis y las gráficas presentadas durante esta etapa evidencian diferencias en el desarrollo del pensamiento tecnológico entre las instituciones participantes. Estas variaciones responden a factores como los conocimientos previos de los estudiantes, la formación docente en tecnología, los intereses institucionales y la disponibilidad de recursos. Por ello, es fundamental adaptar la propuesta pedagógica a cada contexto para garantizar su efectividad.

Etapa 4. Validación

Esta fase tuvo como propósito identificar los elementos teórico-prácticos que incidieron en la propuesta pedagógica. Se evaluaron tres componentes: los fundamentos teóricos (análisis documental), la experiencia docente (encuestas), y los aspectos pedagógicos de la implementación. El aporte de cada componente se analizó cuantitativamente, evaluando su contribución al desarrollo del pensamiento tecnológico; mientras que la validación se completó con un proceso de triangulación que consolidó los hallazgos de todas las etapas.

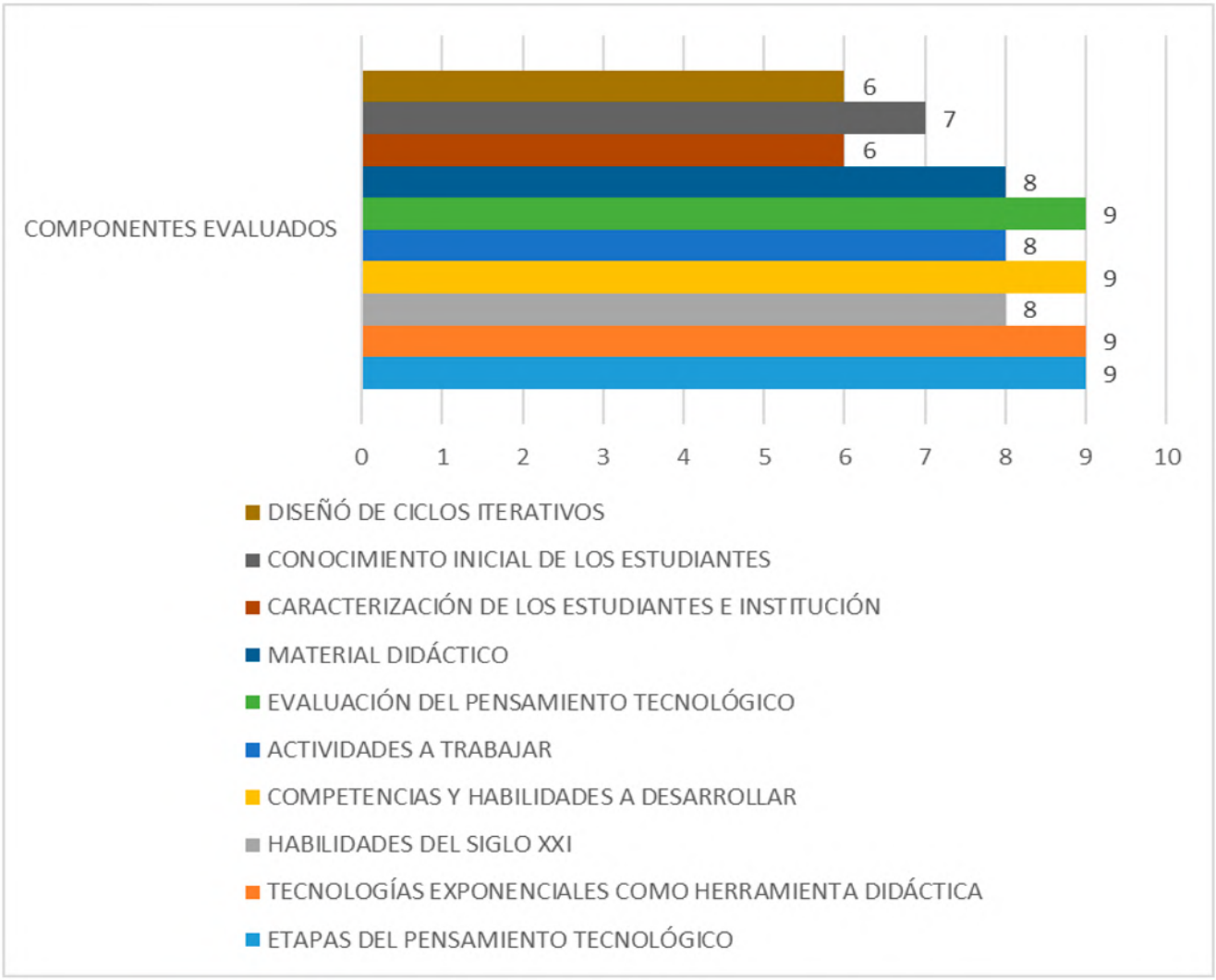
Figura 28. Elementos teórico-prácticos que incidieron en el desarrollo del pensamiento tecnológico



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

La evaluación y validación de la propuesta pedagógica se realizó mediante un cuestionario aplicado a 285 participantes, entre los que se encontraban estudiantes, docentes y expertos, quienes calificaron diversos ítems en una escala de 1 a 10 según su nivel de incidencia. La confiabilidad de los resultados se verificó mediante un coeficiente Alpha de Cronbach de 0.8. Además de cuantificar los elementos clave, el instrumento permitió recoger observaciones de los expertos, quienes identificaron fortalezas y posibles obstáculos en los aprendizajes de los estudiantes de educación media.

Figura 29. Consolidación de resultados del cuestionario de evaluación de la propuesta



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

La anterior gráfica evidencia que los componentes con mayor relevancia (puntaje 9) son: las etapas del pensamiento tecnológico, las tecnologías exponenciales como recurso pedagógico, las competencias y habilidades a desarrollar, y los procesos de evaluación del pensamiento tecnológico. Con una valoración de 8 se destacan las habilidades del siglo XXI, las actividades propuestas y el material didáctico. En niveles inferiores, con puntuaciones de 7 y 6, se encuentran el conocimiento inicial de los estudiantes, la caracterización y el diseño con ciclos iterativos, respectivamente.

Estos elementos fueron integrados en el diseño de la propuesta pedagógica a lo largo de las distintas fases de la investigación, abarcando el análisis documental, la entrevista semiestructurada y la implementación con estudiantes de

educación media. Posteriormente, se calcularon los porcentajes de incidencia de cada componente para contrastarlos con los resultados obtenidos en las demás etapas del estudio. Desde esta perspectiva, se profundiza en el impacto de la propuesta pedagógica sobre el desarrollo del pensamiento tecnológico, a través de la triangulación de los elementos anteriormente mencionados.

Tabla 6. Relaciones categoriales coincidentes entre el análisis documental, entrevista y cuestionario

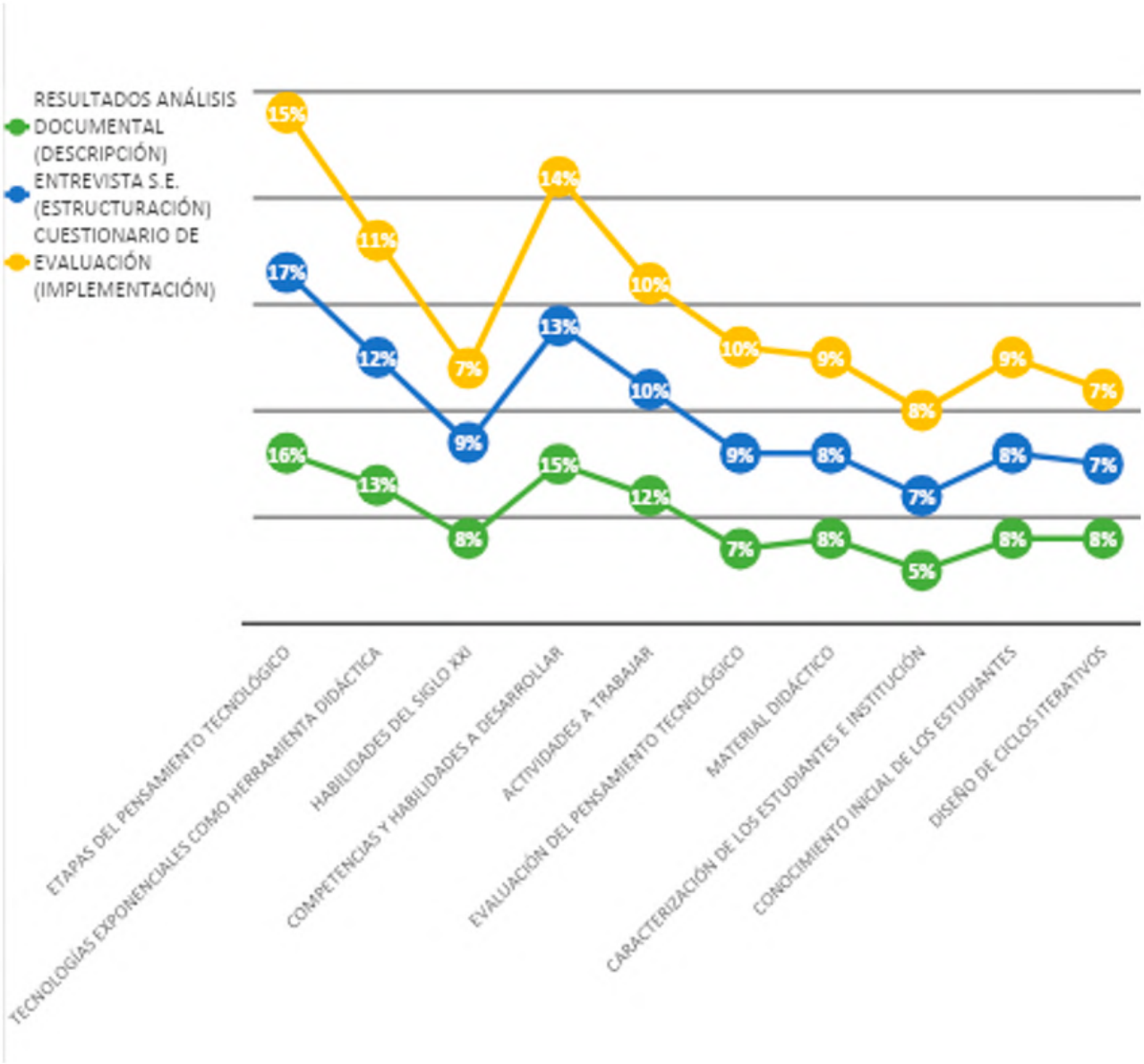
Categorías teóricas	%	Entrevista	%	Implementación-cuestionario	%
Pensamiento tecnológico	16%	Pensamiento tecnológico	17%	Etapas del pensamiento tecnológico	15%
Tecnologías exponenciales	13%	Uso de herramientas tecnológicas	12%	Tecnologías exponenciales como recursos pedagógicos	11%
Habilidades del siglo XXI	8%	Habilidades del siglo XXI	9%	Habilidades del siglo XXI	7%
Innovación, creatividad, toma de decisiones	15%	Creatividad e innovación	13%	Competencias y habilidades por desarrollar	14%
Modelado digital, impresión 3D	12%	Resolución de problemas	10%	Actividades para trabajar	10%
Nuevos perfiles profesionales	7%	Adaptación al cambio	9%	Evaluación del pensamiento tecnológico	11%
Conocimiento tecnológico	8%	Acceso a la tecnología	8%	Material didáctico	10%
Procesos cognitivos	5%	Trabajo en equipo	7%	Caracterización de los estudiantes e institución	8%
Estructuras de pensamiento	8%	Metodologías activas	8%	Conocimiento inicial de los estudiantes	9%
Educación en tecnología	8%	Educación en tecnología	7%	Diseño de ciclos iterativos	8%
Porcentaje total	**100%**		**100%**		**100%**

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

La tabla anterior presenta una triangulación entre los elementos de la propuesta pedagógica obtenidos a partir del análisis documental, las entrevistas semiestructuradas y los cuestionarios aplicados. Se identificaron coincidencias exactas, equivalencias conceptuales y analogías en los aspectos abordados por cada instrumento. Esta comparación permitió evaluar la coherencia, convergencias y divergencias entre las distintas perspectivas recogidas durante la investigación.

Con base en estos hallazgos, se elaboró un gráfico comparativo que evidencia los elementos teórico-prácticos con mayor incidencia en el desarrollo del pensamiento tecnológico. Estos porcentajes de incidencia se distribuyen de acuerdo con su participación en las fases de descripción, estructuración e implementación de la propuesta pedagógica.

Figura 30. Comparación de los resultados en las diferentes fases



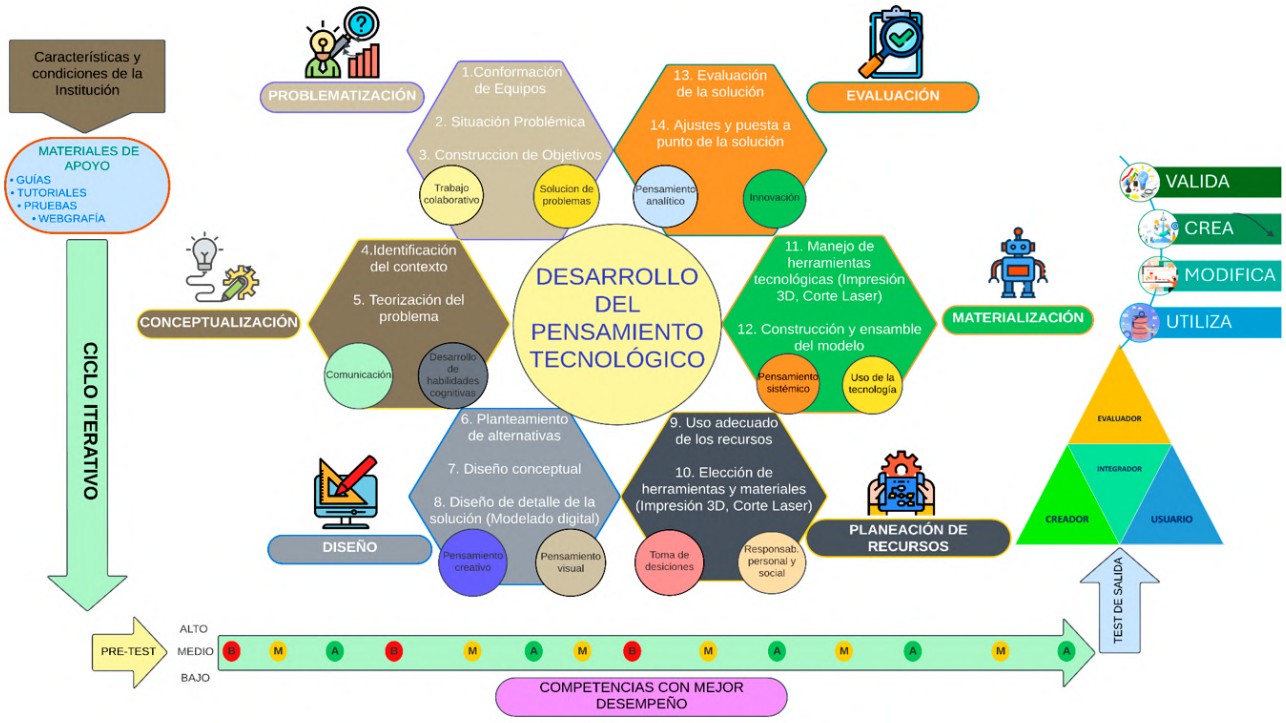
Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Al analizar la gráfica se observa que los factores más importantes en el desarrollo del pensamiento tecnológico de los estudiantes de educación media fueron la incorporación de las etapas para su desarrollo, las tecnologías exponenciales como recurso educativo y las habilidades del siglo XXI. Otros elementos que tuvieron menor impacto fueron las actividades, el material didáctico y el desempeño de los estudiantes. La evaluación y el conocimiento inicial de los estudiantes mostraron la menor incidencia.

Además, se encontró coherencia entre los resultados de los diferentes instrumentos, especialmente en las etapas del pensamiento tecnológico y las competencias a desarrollar. El análisis muestra similitudes y diferencias en los resultados, las cuales fueron tenidas en cuenta al incorporar cada uno de los elementos a la propuesta pedagógica en las diferentes fases de la investigación.

Finalmente, luego de establecer las relaciones entre los hallazgos, las triangulaciones y los datos teóricos, se obtuvo la versión final de la propuesta que incluye las etapas, las actividades y competencias a desarrollar, los resultados de aprendizaje en cada fase, las pruebas de entrada y salida, el material de apoyo, las características de las instituciones educativas, los niveles de desempeño y el ciclo iterativo para las intervenciones.

Figura 31. Descripción detallada de la propuesta pedagógica



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En relación con la problematización, el estudiante reconoce las condiciones del problema y plantea posibles soluciones desde un enfoque tecnológico. Para ello, se promueven actividades como la conformación de equipos que llevan al trabajo colaborativo, el análisis de la situación que promueve la indagación y consulta, culminando con la formulación de objetivos, claros, delimitados y realizables (Calle, 2019).

En cuanto a la conceptualización, se busca que el estudiante clasifique y sistematice las variables del problema, identificando el contexto y teorizando su comprensión para definir un producto o meta final (Niño, 2019). Esta fase impulsa la comunicación y el pensamiento cognitivo vinculado a lo tecnológico.

Durante la fase de diseño el estudiante imagina y proyecta soluciones mediante el diseño conceptual y de detalle, utilizando herramientas de modelado digital (Arbeláez, 2019). Este proceso estimula la creatividad, el pensamiento visual y la innovación en la búsqueda de alternativas viables. En la planeación de recursos se desarrolla la capacidad de seleccionar procesos, herramientas y materiales adecuados, como la impresión 3D o el corte láser (Merchán, 2021). Esta fase fortalece la toma de decisiones y la responsabilidad personal y social.

La materialización representa la ejecución práctica del aprendizaje, donde el estudiante construye y ensambla el artefacto propuesto utilizando tecnologías digitales (Costa, 2019). Aquí se consolidan el pensamiento sistémico y las habilidades

técnicas al aplicar conocimientos en la creación de una solución tangible. Posteriormente, la evaluación permite analizar y ajustar la solución para optimizar resultados (Leguizamón, 2021). En esta etapa se promueven la reflexión, el pensamiento analítico y la innovación, asegurando que el producto final cumpla con los objetivos planteados.

Además de las etapas del proceso, se consideran factores contextuales y materiales que inciden en la implementación. Así, se encuentra que las características institucionales, como el acceso a tecnologías, enfoques curriculares o grupos de aprendizaje influyen directamente en los resultados y deben ser identificadas previamente; por su parte, el material de apoyo incluye guías, tutoriales y recursos didácticos diseñados para acompañar cada fase del proceso y fortalecer las competencias de los estudiantes.

El nivel de desarrollo del pensamiento tecnológico se evalúa mediante criterios como usar, modificar, crear o validar soluciones, lo que permite clasificar a los estudiantes en niveles de usuario, integrador, creador o evaluador. De esta forma, se valora su progreso en la comprensión y aplicación de los principios tecnológicos.

Finalmente, los resultados de aprendizaje se miden a través de registros cualitativos que evidencian el desempeño (alto, medio o bajo) en cada actividad. Estos datos se representan visualmente y permiten comparar avances en diferentes contextos o ciclos de implementación. Mientras que los niveles de desempeño y el ciclo iterativo garantizan la mejora continua, ya que proponen intervenciones periódicas que permiten ajustar metodologías y fortalecer aprendizajes hasta alcanzar un desarrollo satisfactorio del pensamiento tecnológico.

CONCLUSIONES

La propuesta pedagógica fundamentada en esta investigación resulta adaptable a otras didácticas emergentes como lo son el corte láser, el IoT, la realidad aumentada, la robótica y la inteligencia artificial, lo cual la hace pertinente para su extrapolación a entornos como las escuelas de ingeniería y otros escenarios de formación tecnológica. No obstante, su implementación en otros contextos debe hacerse de forma gradual, contemplando los saberes previos de los estudiantes y docentes, los énfasis educativos de cada institución y los recursos tecnológicos, pedagógicos y didácticos disponibles en cada contexto.

La capacidad de adaptación de los estudiantes a las nuevas tecnologías y sus conocimientos previos resultan fundamentales para establecer el nivel de desempeño que pueden llegar a lograr con la interacción de estas estrategias didácticas, para ello el docente puede adaptar actividades que lo lleven a potenciar sus presaberes. Así, se logró determinar que en las etapas de diseño, materialización y evaluación de la solución de problemas, los estudiantes no identifican estar condicionados por los resultados o calificaciones, lo que los llevó a mostrar mejores desempeños en algunas de las etapas del desarrollo del pensamiento tecnológico, dado que enfatizan procesos como la curiosidad y la ambición genuina por aprender sobre el uso y la apropiación de las tecnologías exponenciales que hacen parte del avance del conocimiento.

Los retos relacionados con el vertiginoso avance científico y tecnológico que experimentan cotidianamente los estudiantes de educación media exigen que se encuentren preparados para estar en la capacidad de enfrentar los desafíos personales, laborales y sociales que deben enfrentar, puesto que el conocimiento sobre la tecnología tendiente a la investigación y creación los dota de recursos que pueden mejorar sus expectativas profesionales, laborales y personales.

REFERENCIAS

- Apella, I., & Zunino, G. (2022). El cambio tecnológico y las tendencias del mercado laboral en América Latina y el Caribe: Un análisis basado en las tareas. *Revista CEPAL*, 65–86.
- ASTM International. (2020). *Fabricación aditiva: Diseño, requisitos, directrices y recomendaciones*. ASTM International.
- Benavente, R. P. (2019). Formación integral en competencias para impresión 3D. En *III Congreso Nacional de Innovación Educativa y de Docencia en Red*. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Bernardi, M. S. (2021). *La ley de Moore* [Trabajo de grado].
- Büch, T. (2019). Ciência, tecnologia e sociedade, e o contexto da educação tecnológica. *Web, 6*(14), 244–247.
- Caballero, G., Yáñez-Vargas, R., & Ramírez, J. (2020). Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales mediante actividades de aprendizaje con robótica educativa en niveles escolares iniciales. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*.
- Calle, Á., García-Carmona, M., & colaboradores. (2019). Resolución de problemas con tecnología en un ambiente de aprendizaje colaborativo wiki en la educación media. *Revista Logos Ciencia & Tecnología, 11*(2), 151–165.
- Clark, T. (2021). *Bryman's social research methods*. Oxford University Press.
- Costa, J. A. (2019). *Procesos de manufactura con tecnología 3D*. CTS Café.
- Creswell, J. W. (2021). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE Publications.
- Davidson, J. (2019). El impacto de las tecnologías exponenciales en el futuro de la educación. *Puentes Digitales*, 25–46.
- González, R., y Páramo, J. M. (2018). Cuarta revolución industrial, empleo y estado de bienestar. En *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas* (pp. 89–113). Ministerio de Justicia.
- Herrera, A. N. (2020). El modelado e impresión 3D, la tecnología de la industria 4.0. *#ashtag*, (15), 87–99.
- Leguizamón, G. M. (2021). *Estudios sobre educación en tecnología y desarrollo del pensamiento tecnológico*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

REFERENCIAS

- López, J. (2020). Una propuesta de modelo educativo para las organizaciones exponenciales. Revista Tecnología, Ciencia y Educación, (17), 149–179.
- Mota, M. D. (2021). Aproximación a un marco de referencia teórico del cambio tecnológico. *Digital Ciencia@UAQRO, 4*(6), 54–62.
- Niño, J. A. (2019). Una mirada a la enseñanza de conceptos científicos y tecnológicos a través del material didáctico utilizado. *Revista Espacios*, 15–23.
- Pluye, P., & Gagnon, M. P. (2019). Understanding divergence of quantitative and qualitative data (or results) in mixed methods studies. *International Journal of Multiple Research Approaches, 3*(1), 58–72. https://doi.org/10.5172/mra.455.3.1.58
- Portillo, J. R. (2021). Cambio tecnológico exponencial y los ODS. *Revista Mexicana de Política Exterior*, 155–166.
- Saorín, J. L., de la Torre-Cantero, J., Carbonell-Carrera, C., & colaboradores. (2019). Competencia digital: Uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 30–35.