

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

IMPRESIÓN 3D PARA FORMAR EL PENSAMIENTO TECNOLÓGICO

3D PRINTING TO SHAPE TECHNOLOGICAL THINKING

Carlos Hernán Cortés Gil

Secretaría de Educación de Bogotá - Perú Colombia

Impresión 3D para formar el pensamiento tecnológico

Carlos Hernán Cortés Gil¹

chcortes@educacionbogota.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-2886-1171>

Secretaría de Educación de Bogotá

Colombia

RESUMEN

Las tecnologías exponenciales como la impresión 3D han empezado a tener gran impacto en la educación, demostrando efectividad como herramientas didácticas para fortalecer procesos de pensamiento. Su gran valor está dado por la posibilidad de combinar teoría y práctica en un mismo ejercicio, conectando de forma amigable con los estudiantes nativos digitales. El propósito de este trabajo consistió en desarrollar un ejercicio experiencial en el que se pudieran evidenciar las ventajas del uso de esta tecnología en el desarrollo del pensamiento tecnológico, implementando sus seis etapas a través del diseño y materialización de objetos básicos con estudiantes de secundaria. Mediante una prueba de entrada y salida se recolectaron datos sobre los resultados de aprendizaje, también se recogieron los niveles de desempeño de los participantes en cada fase mediante una bitácora de observación. El estudio tiene un carácter mixto y los resultados mostraron importantes avances en el acercamiento de los estudiantes a la formación del pensamiento tecnológico. La impresión 3D no solo mostró ser útil en áreas como la tecnología, también proyecta tener impacto en otros campos académicos.

Palabras clave: impresión 3D, pensamiento tecnológico, metodologías activas

¹ Autor principal

Correspondencia: chcortes@educacionbogota.edu.co

3D printing to shape technological thinking

ABSTRACT

Exponential technologies such as 3D printing have begun to have a significant impact on education, demonstrating effectiveness as didactic tools to strengthen thought processes. Its immense value is given by the possibility of combining theory and practice in the same exercise, connecting in a friendly way with digital native students. The purpose of this work was to develop an experiential exercise in which the advantages of the use of this technology in the development of technological thinking could be evidenced, implementing its six stages through the design and materialization of basic objects with secondary school students. Through an entry and exit test, data on learning outcomes were collected, and the performance levels of the participants in each phase were also collected through an observation log. The study is mixed in nature and the results showed important advances in the approach of students to the formation of technological thinking. 3D printing has not only proven useful in areas such as technology, but it is also projected to have an impact on other academic fields.

Keywords: 3D printing, technological thinking, active methodologies

Artículo recibido 10 diciembre 2024

Aceptado para publicación: 22 enero 2025



INTRODUCCIÓN

Este artículo busca demostrar a través de un ejercicio experiencial, cómo las tecnologías exponenciales aplicadas en los ambientes de aprendizaje pueden ser herramientas pedagógicas y didácticas relevantes en la tarea de adquirir nuevos conocimientos (Marimon, 2022). El ejercicio consistió en diseñar y materializar un objeto simple siguiendo las etapas que se plantean para el desarrollo del pensamiento tecnológico (problematización, conceptualización, diseño, planificación, materialización, evaluación) (Merchán, 2021), utilizando como recurso didáctico la tecnología de modelado digital e impresión 3D (ASTM, 2020).

Contexto del problema de investigación

La enseñanza de la tecnología en Colombia ha pasado por diferentes etapas que surgen desde las políticas en educación de los diferentes gobiernos, en particular el área de tecnología e informática aparece como la novena área académica en las instituciones de educación secundaria a partir de la ley general de educación 115 de 1994 (MEN, 1994). Posteriormente en el año 2008 se publican las orientaciones conocidas como guía 30, como una iniciativa para formalizar los aprendizajes de tecnología en los ambientes de aprendizaje (MEN, 2008), con algunas sugerencias sobre el currículo y competencias por desarrollar en los estudiantes. Recientemente en el año 2022 se presentan unas nuevas orientaciones emanadas del ministerio de educación nacional (MEN, 2022) que buscan implementar el uso de metodologías activas y herramientas tecnológicas avanzadas para el aprendizaje, generando nuevos retos para docentes y estudiantes. Esto crea la necesidad no solo de conocer las orientaciones actuales sino buscar estrategias didácticas que permitan llevar estas políticas a las escuelas y tengan un verdadero impacto en los aprendizajes de los estudiantes. Según diversos estudios, en la actualidad los alumnos no están aprendiendo lo que deberían aprender respecto a la tecnología (Compartir, 2017), teniendo en cuenta además que el avance tecnológico cada vez aumenta con mayor rapidez, creando brechas en los conocimientos de los discentes (CEPAL, 2018). En general, las escuelas no están brindando los conocimientos que les permitan a sus estudiantes adquirir las habilidades y competencias necesarias para enfrentar los desafíos académicos y laborales que se proyectan para los próximos años (Davidson, 2018). Este ejercicio experiencial pretende aportar elementos pedagógicos y didácticos que contribuyan en mejorar y actualizar los conocimientos de los estudiantes de secundaria en lo relacionado



con el aprendizaje de la tecnología.

Justificación

Las necesidades de aprendizaje de los estudiantes han venido cambiando con el avance tecnológico, es necesario renovar las prácticas pedagógicas y encontrar nuevas estrategias que actualicen los conocimientos, en línea con las habilidades para el siglo XXI (McGaw, 2020) que se requieren, buscando que las personas puedan desenvolverse académica y laboralmente en la sociedad actual y futura. Todo esfuerzo en este sentido es valioso y contribuye a formar el pensamiento tecnológico en los jóvenes, que es una de las formas de pensar más necesarias en el actual contexto global (Larson, 2022), por esta razón el desarrollo de este ejercicio experiencial es un esfuerzo por encontrar alternativas eficientes desde la práctica educativa, que pueden ser tomados como referencia para extenderlas a otros contextos, no solamente dentro de la tecnología sino de otras áreas del conocimiento, buscando integralidad en los saberes (Benavente, 2019). Por otra parte, la simple incorporación en los espacios de aprendizaje de tecnologías exponenciales como, la impresión 3D, la robótica, la realidad aumentada y la inteligencia artificial entre otras, es insuficiente si no hay una intensión pedagógica y didáctica que potencie su efectividad en los aprendizajes (Llanga, 2021). En este sentido, es necesario estructurar propuestas para ayudar a los docentes y directivos a implementar dichas tecnologías en los ambientes escolares en procura de mejorar los resultados de los aprendizajes y los conocimientos de los estudiantes en cuanto a lo tecnológico.

Marco Teórico

Este ejercicio experiencial se sustenta en dos aspectos importantes desde lo teórico, en primer lugar, el pensamiento tecnológico y en segundo lugar el uso de tecnologías exponenciales como recurso didáctico. En cuanto al pensamiento tecnológico, este se entiende como la capacidad de las personas, para usar, integrar, crear o evaluar la aplicación de técnicas y herramientas tecnológicas para la solución de problemas, situaciones o necesidades del ser humano en diferentes contextos, con el uso responsable de recursos, la transformación de la naturaleza y el entorno, mejorando la calidad de vida del ser humano en general (Leguizamón, 2021). Por otra parte, las tecnologías exponenciales se refieren a cierto tipo de tecnologías que evolucionan rápidamente, llegando a un punto de inflexión donde su crecimiento es exponencial, empezando a tener gran impacto en lo económico, lo educativo y lo social (López, 2019).



Dentro de ellas se puede nombrar el big data, el blockchain, la realidad aumentada y virtual, la nanotecnología, la robótica, el IoT (Internet de las cosas), la inteligencia artificial (IA) y la impresión 3D entre muchas otras. El uso de tecnologías exponenciales como herramienta didáctica ha empezado a tomar gran relevancia en los ambientes de aprendizaje, ya que conecta con los estudiantes que pertenecen a los llamados nativos digitales (Pattier, 2021), potenciando las habilidades y competencias que el mundo de hoy demanda (Scott, 2018). La fusión de estas tecnologías con el desarrollo de estructuras mentales como el pensamiento tecnológico crea una articulación dinámica con muchos elementos en común, que pueden fortalecer los resultados de aprendizaje de los estudiantes (ECESI, 2019). El ejercicio experiencial que se propone en este artículo pretende identificar esos elementos en común con el fin de estructurar una estrategia, que desde el uso del modelado e impresión 3D como herramienta didáctica contribuya a formar el pensamiento tecnológico en los jóvenes de educación secundaria (Rúa, 2019).

Antecedentes

En Colombia, los estudios relacionados con el pensamiento tecnológico abarcan desde la teorización de los conceptos, etapas, dimensiones educables del estudiante, componentes y niveles de desarrollo (Merchán, 2021), con aportes de gran importancia, extensa trayectoria y contribución en la creación de políticas y orientaciones para la enseñanza de la tecnología en las instituciones educativas, hasta algunas propuestas gubernamentales para desarrollar habilidades de programación en los estudiantes (Vargas Neira, 2018), con resultados favorables para ellos. El trabajo desarrollado en este artículo pretende buscar nuevas alternativas y estrategias para el aprendizaje, que se adapten a las tendencias mundiales y el avance tecnológico exponencial, con un enfoque más global y prospectiva hacia la educación y el campo laboral de los próximos años. A nivel latinoamericano, las investigaciones se encuentran en etapa de implementación con iniciativas desde las instituciones que direccionan la educación como secretarías o ministerios, impulsando el uso de tecnologías exponenciales en los ambientes de aprendizaje (Furman, 2019). En este sentido la iniciativa del ejercicio experiencial busca tomar elementos de estas experiencias para adaptarlas al contexto y a las necesidades de aprendizaje haciendo uso de los recursos disponibles en las instituciones educativas. En el contexto mundial, las iniciativas relacionadas con el uso de tecnologías exponenciales en el ámbito educativo ya se encuentran en un nivel más avanzado,

incluso con políticas y estándares desde los gobiernos, que determinan cuales deben ser los aprendizajes que a los estudiantes les corresponde desarrollar en lo relacionado con la educación en tecnología (Valle, 2021). El aporte en este caso es contribuir a la discusión y debate sobre la necesidad de implementar e incorporar nuevos procesos pedagógicos y didácticos en las orientaciones y estándares que se refieren a las competencias y habilidades que los estudiantes deben adquirir en relación con la tecnología, a nivel de la educación secundaria. Este ejercicio experiencial se desarrolló en el contexto de las instituciones públicas de la ciudad de Bogotá con la participación de estudiantes y docentes, que implementaron las etapas sugeridas, usaron las herramientas disponibles y recolectaron la información planteada desde la metodología con el propósito de analizar, comparar, encontrar convergencias y divergencias entre los resultados inicial y final del proceso. Los participantes pertenecían a los grados décimos y once, lo que en Colombia se conoce como educación media, etapa que prepara a los estudiantes para la educación superior, buscando descubrir algunos elementos de orientación vocacional o alternativas para su profesionalización. En este ejercicio se exploró la posibilidad de comprobar si el uso de tecnologías exponenciales, como el modelado digital e impresión 3D, pueden ser herramientas didácticas funcionales y efectivas a la hora de fortalecer y desarrollar los aprendizajes en cuanto al desarrollo del pensamiento tecnológico, con proyección a otras áreas académicas de los estudiantes de educación media. Como resultado se obtuvieron elementos didácticos y pedagógicos claves para lograr los objetivos propuestos inicialmente y se encontraron otros que pueden ser llevados a diferentes contextos con diversas intenciones pedagógicas para el aprendizaje.

METODOLOGÍA

El desarrollo de este ejercicio experiencial se llevó a cabo mediante un diseño metodológico de orden mixto con ejecución de forma explicativa secuencial, buscando comparar los resultados cualitativos con los cuantitativos mediante una prueba de inicio y finalización del proceso, así como el seguimiento del proceso con una bitácora de observación. Al final se realizó un análisis de comparación para encontrar convergencias, divergencias y coherencia en los mismos a través de un trabajo de triangulación de datos. El estudio se realizó en una institución pública de la ciudad de Bogotá con la participación de 30 estudiantes y 2 docentes que tuvieran el acceso al uso de tecnologías de modelado digital e impresión 3D, además de los permisos institucionales, consentimientos informados y autorización para el uso de



los equipos por parte de las directivas docentes de la institución. La recolección de la información se llevó a cabo mediante un cuestionario de diez preguntas con escala valorativa de 1 a 10 y una bitácora de observación como se mencionó anteriormente, para registrar el avance de los estudiantes en cada una de las etapas del proceso. En la ejecución del ejercicio se tuvieron en cuenta, las consideraciones éticas y los criterios de inclusión y exclusión determinados por la secretaría de educación de la ciudad para las instituciones educativas, con consentimientos y asentimientos informados, autorización para el uso de imágenes y tratamiento de los datos de los participantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde la revisión documental se establecieron las etapas, actividades y herramientas para la implementación del ejercicio. En primer lugar, las etapas se establecieron sobre la definición y construcción teórica del pensamiento tecnológico (Merchán, 2021), en segundo lugar se identificaron los beneficios del uso del modelado e impresión 3D como herramienta didáctica para el aprendizaje (Gove, 2019), con estos insumos se estableció inicialmente una correlación entre estos dos aspectos, encontrando gran coherencia entre las fases para desarrollar el pensamiento tecnológico y las utilidades que pueden aprovecharse desde el uso de esta tecnología exponencial. Cada etapa del desarrollo del pensamiento tecnológico puede ser beneficiada en menor o mayor proporción con la implementación del modelado digital e impresión 3D como herramienta didáctica como se observa en la figura 1.

Figura 1. Correlación entre las etapas del desarrollo del pensamiento tecnológico y el modelado e impresión 3D



En el desarrollo del ejercicio experiencial, los estudiantes ejecutaron cada una de las etapas del desarrollo del pensamiento tecnológico con la asesoría y seguimiento por parte de los docentes. Es importante aclarar que previamente al ejercicio se tuvieron que dar algunas orientaciones, ajustar los equipos de impresión 3D y garantizar la disponibilidad y funcionamiento de computadores y software para minimizar al máximo las dificultades durante la intervención. De igual forma se contó con guías, tutoriales y material de apoyo para el desarrollo de las actividades y el uso del software de modelado, así como el manejo de los equipos de impresión 3D. Para la ejecución y seguimiento del ejercicio se utilizó la bitácora de observación cuantitativa (Molano, 2022), en la cual se describen las actividades y resultados de aprendizajes esperados en cada una de las fases de la implementación, con campos para el registro del desempeño de los estudiantes con escala valorativa de 1 a 5 dentro de los niveles insuficiente, bajo, básico, alto y superior, el cuadro de la figura 2 muestra los elementos mencionados de manera sintetizada.

Figura 2. Componentes y elemento de la bitácora de observación cuantitativa

Figura 2. Componentes y elemento de la bitácora de observación cualitativa									
ETAPAS	ACTIVIDADES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	ETAPAS	ACTIVIDADES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	ETAPAS	ACTIVIDADES	INDICADORES DE DESEMPEÑO	
PROBLEMATIZACIÓN	INICIO	Conformación de Equipos	DISEÑO	Diseño conceptual	Las alternativas planteadas por los grupos de trabajo requieren respuestas desde conocimientos que hacen parte del Pensamiento Tecnológico.	MATERIALIZACIÓN	Manejo de herramientas tecnológicas	Utiliza diversas herramientas Tecnológicas para la construcción del modelo o prototipo.	
	Situación problemática	El grupo de trabajo identifica la situación problema o acontecimiento de forma objetiva.			Las iniciativas planteadas por los grupos de trabajo evidencian soluciones que requieren integrar el uso del modelado digital y la impresión 3D.			Construcción y ensamble	Maneja herramientas tecnológicas de forma apropiada
		El grupo de trabajo dimensiona la situación, problema o acontecimiento desde la perspectiva tecnológica		Se proponen posibles soluciones que dan respuesta a la situación problemática usando los recursos tecnológicos disponibles.	Evaluación		El modelo o prototipo tiene los elementos necesarios que podrán dar solución a la problemática dentro del ambiente de aprendizaje.		
	Objetivos	Cada grupo de trabajo construye el objetivo de la solución desde lo tecnológico.		Planteamiento de alternativas			Las soluciones propuestas requieren la intervención de conocimientos y herramientas tecnológicas.	Evaluación	Aspecto
		Cada grupo de trabajo construye el objetivo desde sus conocimientos aportando a la solución.			Diseño de la solución	Se desarrollan propuestas que permiten diseñar un modelo o prototipo, que pueda dar respuesta a la situación problemática planteada inicialmente.	La solución implementada con el modelo o prototipo permite evidenciar el trabajo desde los conocimientos propios del Pensamiento Tecnológico.		
	CONCEPTUALIZACIÓN	Contexto		El grupo de trabajo identifica las características del entorno desde su experiencia.		PLANEACIÓN DE RECURSOS	Uso adecuado de los recursos	Se propone que se elabore un modelo o prototipo con el uso de las herramientas y conocimientos proporcionados.	EVALUACIÓN
Se evidencia trabajo en equipo y los diversos roles asignados			El grupo de trabajo identifica las características del entorno, teniendo en cuenta los recursos disponibles.		Elección de herramientas			Se tiene en cuenta el contexto en el diseño	
Teoría		El grupo de trabajo empieza a indagar acerca de teorías alrededor de la situación, que permiten ver posibles soluciones a la situación problemática.	Uso adecuado de los recursos	Se tiene en cuenta el contexto en el diseño			Elección de herramientas	Usa el software de modelado sugerido	
		El grupo de trabajo buscar teorizar el problema, planteando posibles soluciones con los recursos disponibles en cada etapa. (Son 6 etapas según la propuesta diseñada)		Desarrolla habilidades del Pensamiento Tecnológico					

Durante la intervención, los ejercicios que se plantearon a los estudiantes consistieron en diseñar y materializar elementos simples como llaveros u objetos decorativos, en los que ellos pusieran en práctica y siguieran el proceso desde la problematización hasta la evaluación, desarrollando por un lado las competencias en lo relacionado con el pensamiento tecnológico y por otro las habilidades en el uso de las tecnologías exponenciales como el modelado digital y la impresión 3D. En este proceso los participantes tuvieron la oportunidad de experimentar momentos de intervención activa, para la exploración y conocimiento de los equipos de impresión 3D, el diseño y manipulación de los objetos mediante el software de modelado digital, configuración y calibración de variables, proceso de laminado y ejecución del ciclo de impresión. En la figura 2 se muestran algunos ejemplos de los objetos diseñados y materializados por los estudiantes durante el ejercicio.

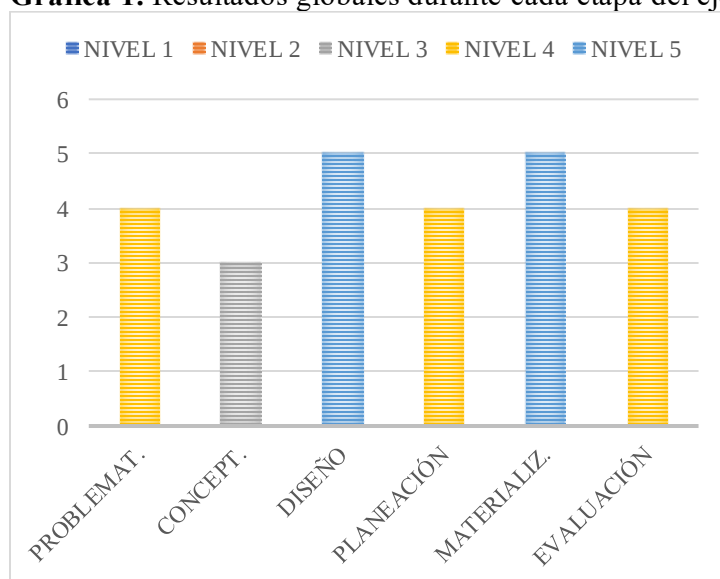
Figura 3. Objetos diseñados y materializados en el ejercicio experiencial



Luego de todo el proceso de ejecución de las etapas en el desarrollo del pensamiento tecnológico se recolectaron los resultados de los aprendizajes de los estudiantes a través de la bitácora de observación cuantitativa, allí los docentes registraron los desempeños en cada etapa del proceso, guiando a los estudiantes en la realización de las diferentes actividades planteadas y evaluando cada paso de la intervención. Esta evaluación permitió ver el resultado en cada fase para poder determinar en cuales de ellas fueron más significativos los avances en cuanto a los aprendizajes y conocimientos adquiridos por los estudiantes, así como el impacto que pudo tener el modelado e impresión 3D en cada parte del ejercicio. Para obtener estos resultados se utilizó una escala valorativa de 1 a 5 en los niveles insuficiente

(1), bajo (2), básico (3), alto (4) y superior (5), los resultados globales del ejercicio se observan en la gráfica 1.

Gráfica 1. Resultados globales durante cada etapa del ejercicio experiencial



En la gráfica anterior se puede observar que las etapas en las que los estudiantes mostraron mejor desempeño fueron el diseño y la materialización en un nivel superior, con un resultado alto se encuentran las fases de problematización, planeación y evaluación, finalmente con un nivel básico la etapa de conceptualización, lo cual indica que el uso de el modelado digital e impresión 3D como herramienta didáctica tiene un mayor impacto en 2 de las 6 etapas, especialmente las que tienen que ver con la práctica en el uso de herramientas tecnológicas. Un menor impacto en las etapas procedimentales (problematización, planeación, evaluación), y el menor aprovechamiento en la parte cognitiva (conceptualización), sin embargo, el progreso es valioso en las 6 etapas del proceso como se verá en el siguiente apartado al comparar las mediciones en el estado inicial y final de la intervención.

Adicionalmente a los resultados obtenidos durante el proceso, mostrado en el apartado anterior, previo a la ejecución del ejercicio se realizó una prueba de entrada que fue el punto de referencia para establecer el nivel de conocimiento de los estudiantes antes de la intervención, esto con el fin de comparar estos resultados con los de la misma prueba en el momento de finalizar el ejercicio. Las preguntas estuvieron orientadas a evaluar los conocimientos de los estudiantes desde su propia perspectiva para cada una de las fases de la ejecución. Esta evaluación contó con 10 preguntas intencionadas en las diferentes etapas del desarrollo del pensamiento tecnológico, las preguntas de esta evaluación se muestran en el cuadro

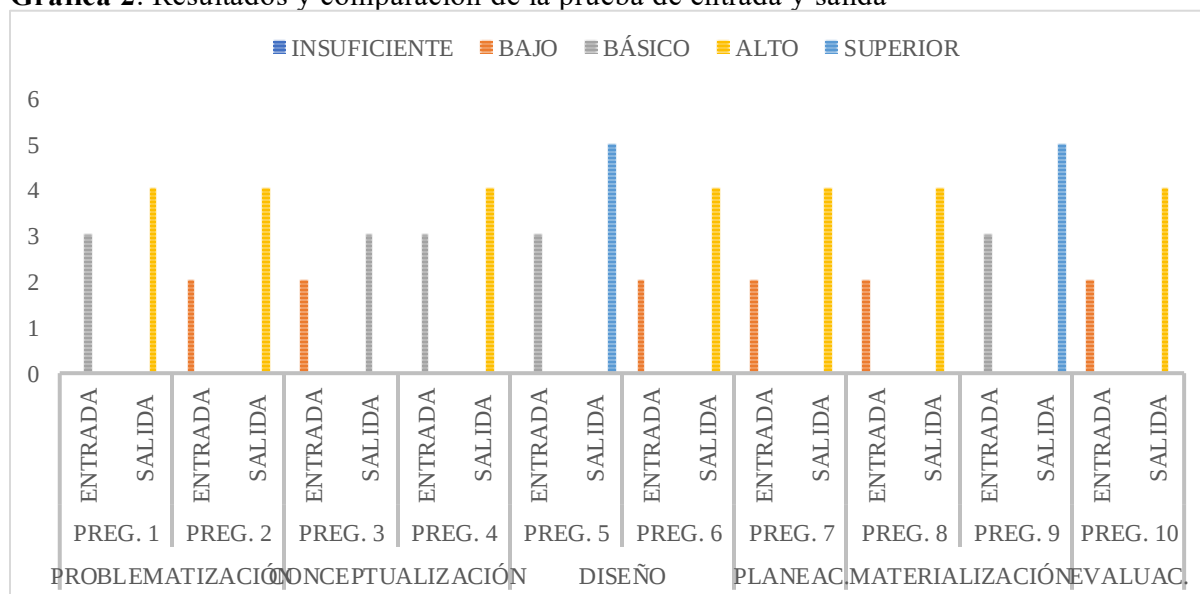
de la figura 4.

Figura 4. Cuadro de preguntas de la prueba de entrada y salida

Problematización	1. ¿Qué tan hábil eres para identificar un problema, descomponerlo en partes más pequeñas y luego buscar soluciones tecnológicas?
	2. ¿Qué tanta habilidad tienes generando ideas creativas para resolver problemas utilizando herramientas tecnológicas?
Conceptualización	3. ¿Con qué tanta habilidad puedes conceptualizar un plan inicial que describa los pasos para implementar una solución tecnológica?
	4. ¿Qué tan competente te sientes explorando ejemplos de soluciones similares para inspirar y conceptualizar tus propias ideas?
Diseño	5. ¿Qué nivel de comprensión tienes sobre los principios de diseño aplicables al modelado digital? (ejemplo: escalado, proporciones, soporte y resistencia de la pieza).
	6. ¿Qué tan competente te consideras integrando el modelado 3D con otras tecnologías como la robótica, la programación o la realidad virtual?
Planeación	7. ¿Qué tan bien puedes identificar las herramientas tecnológicas adecuadas para planear la solución a un problema específico? (por ejemplo, elegir entre una aplicación de diseño o una de cálculo).
Materialización	8. ¿Cómo evaluarías tu capacidad para materializar soluciones tecnológicas creativas? (por ejemplo, creación de prototipos, desarrollo de proyectos con tecnología).
	9. ¿Qué tan hábil eres en la integración de diferentes recursos tecnológicos (por ejemplo, hardware y software) para materializar una solución a un problema tecnológico?
Evaluación	10. ¿Qué facilidad tienes para hacer la evaluación de los resultados obtenidos al implementar una solución tecnológica y proponer mejoras?

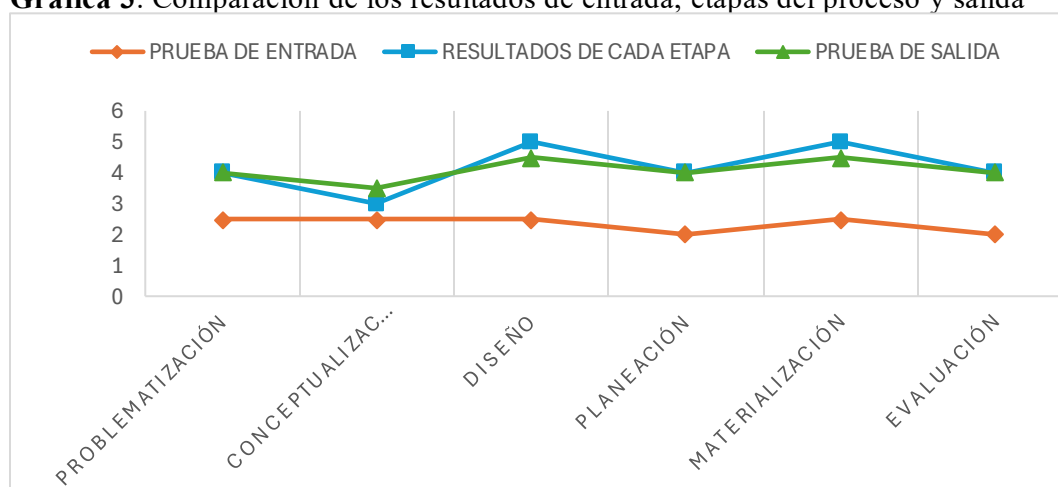
Para concluir esta parte del análisis se elaboró una comparación entre la prueba de entrada y salida con el objeto de contrastar los registros y encontrar las diferencias en los resultados de los aprendizajes adquiridos por los estudiantes. La comparación de esta prueba de entrada y salida se pueden visualizar en la gráfica 2.

Gráfica 2. Resultados y comparación de la prueba de entrada y salida



Como se evidencia en la gráfica anterior los resultados comparativos entre la prueba de inicio y finalización del ejercicio experiencial muestran que todos los registros en las diferentes etapas mejoraron significativamente en el desempeño de los estudiantes, lo cual sugiere un avance en los aprendizajes en cuanto al desarrollo del pensamiento tecnológico de forma general. Tanto los resultados de cada una de las etapas como los obtenidos en las pruebas de entrada y salida son coherentes y muestran importantes avances en los conocimientos de los participantes, para visualizar más claramente esa coherencia, las convergencias y divergencias entre la prueba de entrada, el proceso medido con la bitácora y la prueba de salida se realizó una triangulación de estos tres elementos mediante una comparación de los respectivos resultados, los cuales podemos observar en la gráfica 3.

Gráfica 3. Comparación de los resultados de entrada, etapas del proceso y salida



De la anterior gráfica se puede visualizar que, con respecto a los conocimientos iniciales hay un importante progreso en los aprendizajes de los estudiantes de manera general, durante el desarrollo de las etapas algunos resultados pueden ser mayores ya que estos obedecen a procesos prácticos dentro del ejercicio, los cuales no se evalúan en la prueba teórica, finalmente la prueba de salida se observa bastante alineada con los valores obtenidos en el proceso, mostrando coherencia entre estos dos aspectos. Lo anterior muestra como el uso del modelado digital e impresión 3D contribuye significativamente en el desarrollo de las etapas para formar el pensamiento tecnológico en los estudiantes de secundaria, ejercicios posteriores podrán corroborar estos resultados y encontrar otros elementos que ayuden a mejorarlos en las fases en las que el impacto es menos notorio, tal como se observa en la conceptualización y la planeación, aunque esto pueda deberse a otros factores que no se tuvieron en cuenta en este ejercicio experiencial. Es importante mencionar que tanto docentes como estudiantes durante el ejercicio pudieron visualizar la aplicación de esta tecnología exponencial como herramienta didáctica aplicable a otras áreas como las matemáticas para la construcción de sólidos o superficies complejas, en la historia para hacer réplicas de esculturas o construcciones históricas, las artes para diseñar y materializar obras conocidas o propias, las ciencias naturales para materializar estructuras óseas u orgánicas y en la música para construir y fabricar instrumentos básicos. De igual forma también puede ser interesante ver en ejercicios posteriores, cómo otras tecnologías exponenciales, por ejemplo, la realidad aumentada, la robótica, la biotecnología o la inteligencia artificial, pueden contribuir a la formación y desarrollo de otras estructuras de pensamiento como el matemático, el computacional, el sistémico o el científico.

CONCLUSIONES

El avance científico y tecnológico exige que los estudiantes de educación media se preparen para poder enfrentar los desafíos del mundo actual, es importante empezar a formarlos en el uso, apropiación y desarrollo de las tecnologías exponenciales, que se convierten hoy en día en herramientas que pueden ayudar a mejorar, tanto el aprendizaje y los conocimientos en el ámbito educativo, como la innovación y la productividad en el campo laboral.

La implementación del ejercicio experiencial para formar el pensamiento tecnológico en los estudiantes de secundaria que se describió en este artículo se debe hacer de forma gradual, teniendo en cuenta los



saberes previos, los énfasis educativos de cada institución, las herramientas tecnológicas, pedagógicas y didácticas disponibles en cada contexto educativo. Todo lo anterior exige hacer ajustes al ejercicio para obtener mejoras en los resultados que se pretenden alcanzar.

Los aportes del uso del modelado digital e impresión 3D como herramienta didáctica van más allá de facilitar los procesos de diseño o materialización, también crean motivación e interés en los estudiantes, lo que se convierte en un catalizador para el aprendizaje de los jóvenes de hoy, que están sujetos a diversos distractores y flujo de información de diversas fuentes, logrando concentrar sus esfuerzos en propósitos de aprendizaje claros y bien definidos.

El modelado digital e impresión 3D mostró importantes beneficios para la formación del pensamiento tecnológico en los estudiantes de educación media, posteriores ejercicios podrán determinar si esta tecnología usada como herramienta didáctica es aplicable a otros grupos poblacionales o puede llegar a tener ventajas similares al ser implementada en otras áreas del conocimiento como las matemáticas, las artes, la historia o las ciencias naturales.

El ejercicio experiencial realizado es flexible y extrapolable a otros contextos e instituciones educativas, así como adaptable a otras tecnologías exponenciales, como el corte laser, el IoT, la realidad aumentada y la robótica, pudiendo llegar a aportar en el desarrollo de diversas estructuras de pensamiento como el computacional, el de diseño, el sistémico y el crítico. La puesta en marcha e implementación de ejercicios experienciales similares podrá brindar mejores aprendizajes a los jóvenes para prepararlos de forma más coherente con las competencias y habilidades que empiezan a exigirse y serán imprescindibles en el futuro académico y laboral de las personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM. (2020). *Fabricación aditiva. Diseño. Requisitos, directrices y recomendaciones*. Pensilvania, USA.: astm.

Benavente, R. P. (2019). *Formación Integral en competencias para Impresión 3D. III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de Valencia.

CEPAL. (2018). *La ineficiencia de la desigualdad*.



- Compartir, F. (2017). *¿Cómo enseñan los maestros colombianos en el área de tecnología e informática?*. Bogota D.C.: Fundación Compartir.
- Davidson. (2018). El impacto de las tecnologías exponenciales en el futuro de la educación. *Puentes Digitales*, 25-46.
- ECESI. (2019). *Transformado la Educación Estadounidense: Aprendizaje potenciado por la Tecnología (TIC)*. ECESI.
- Furman, M. (2019). *Educación de mentes curiosas : la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia : documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación*. Buenos Aires: Santillana.
- Gove, M. (2019). *New 3D printers to boost STEM and design teaching*. London: UK Department for Education.
- Larson, R. (2022). Globalization, Societal Change, and New Technologies: What They Mean for the Future of Adolescence. *Journal of Research on Adolescence*, 1-30.
- Leguizamón, G. M. (2021). *Estudios sobre educación en tecnología y desarrollo del pensamiento tecnológico*. Bogotá D.C.: UPTC.
- Llanga, C. V. (2021). Las tecnologías exponenciales en el desarrollo de nuevas competencias laborales. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(20), 205-214.
- López. (2019). *La gran Transición, retos y oportunidades del cambio tecnológico exponencial*. México: Fondo de cultura económica.
- Marimon, M. C.-T. (2022). Construir el conocimiento en la era digital: retos y reflexiones. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 22-69.
- McGaw, B. C. (2020). *Assessment and teaching of 21st century skills*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- MEN. (1994). *Ley 115 de Febrero 8 de 1994. Ley general de educación*. Bogota D.C.
- MEN. (2008). *Guía 30. Ser competente en tecnología: ¿una necesidad para el desarrollo!* Bogota D.C.: Ministerio de Educación Nacional.
- MEN. (2022). *Orientaciones curriculares para el Área de Tecnología e Informática en Educación Básica y Media*. Bogota D.C.: MEN.



- Merchán, C. A. (2021). *Estudios sobre educación en tecnología y desarrollo del pensamiento tecnológico*. bogota d.c.: UPTC.
- Molano, D. (2022). *La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza*. Bogota d.c.: Universidad Santo Tomás.
- Pattier, B. D. (2021). Educando a nativos digitales: una reinterpretación pedagógica para la sociedad actual. En D. Pattier Bocos, *Retos y desafíos de la formación pedagógica en las sociedades actuales: la figura del docente* (págs. 245-266). Madrid España: Editorial Graó.
- Rúa. (2019). 3D Printing as a Didactic Tool for Teaching some Engineering and Design Concepts. *Ingeniería*, 23(1), 70-83.
- Scott, C. L. (2018). *El futuro del aprendizaje ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita para el siglo XXI?*
- Valle, J. M. (2021). Formar ciudadanos globales en el marco de las competencias clave de la Unión Europea. *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, 33-39.
- Vargas Neira, L. F. (2018). Medición de competencias para el área de tecnología en Colombia. *Aprendizaje basado en competencias: un enfoque educativo ecléctico desde y para cada contexto.*, 1-28.