



TENDENCIAS
Revista de la Facultad de
Ciencias Económicas y Administrativas
Universidad de Nariño
ISSN-E 2539-0554
Vol. XXIV No. 2 – 2do Semestre 2023
Julio-Diciembre -Páginas 332-351

VIDA UNIVERSITARIA

Tecnología

**CONSTRUCCIÓN DE ARTEFACTOS TECNOLÓGICOS MEDIADOS POR LOS
ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI**

**CONSTRUCTION OF TECHNOLOGICAL ARTIFACTS MEDIATED BY THE
STUDENTS OF THE SANTIAGO DE CALI UNIVERSITY**

**CONSTRUÇÃO DE ARTEFATOS TECNOLÓGICOS MEDIADOS PELOS ALUNOS DA
UNIVERSIDADE SANTIAGO DE CALI**

Jakeline Amparo Villota Enríquez; Maribel Deicy Villota Enríquez; Dora Alexandra Villota
Enríquez

Doctora en Educación, Didáctica de las Matemáticas y Ciencias Experimentales, Universidad de Salamanca. Docente universitaria, Universidad del Cauca. ORCID: 0000-0003-3086-8268. E-mail: jakeline.villota@unad.edu.co, Pasto - Colombia.

Magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidade Federal de Sao Carlos. Docente universitaria, Universidad del Valle. ORCID: 0000-0001-7183-9311. E-mail: mdvillota@unicauca.edu.co, Cali - Colombia.

Magister en Historia, Universidad Simón Bolívar. Docente Universitaria, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. ORCID: 0000-0001-8756-7680. E-mail: dora.villota@unad.edu.co, Popayán - Colombia.

Recibido: 15 de junio de 2023

Aprobado: 20 de junio de 2023

DOI: <https://doi.org/10.22267/rtend.232402.238>



Resumen

Este estudio consistió en describir el proceso de construcción de tres artefactos tecnológicos, donde se utilizaron temáticas de la geometría y la física. El contexto en el cual se llevó a cabo la investigación fueron las aulas de Didáctica de la geometría, impartidas en la Universidad Santiago de Cali. Además, se contó con la participación de 17 estudiantes de VI semestre de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Matemáticas. La metodología utilizada fue cualitativa descriptiva y se implementaron los siguientes instrumentos de recolección de datos: la *observación* que se efectuó mediante videos, fotos y los *documentos*. Los resultados muestran que el proceso de construcción de los artefactos tecnológicos tuvo tres grandes etapas, 1. Revisión de literatura; 2. Construcción de los artefactos tecnológicos focalizados en la geometría euclidiana y la física clásica (estructura, movimientos, etc.); y 3. Integración de Programación (Arduino y/o Matlab) o circuitos a cada artefacto tecnológico. Los artefactos tecnológicos demarcan diferentes contrastes entre la física y la geometría, centrados en la relación forma-movimiento y tiempo-espacio. La geometría y la física tienen diferentes elementos en común como forma, movimiento, observación, comprobación, entre otros; los cuales están inmersos en el proceso de construcción de artefactos tecnológicos.

Palabras clave: educación; tecnología; inteligencia artificial.

Abstract

This study consisted of describing the construction process of three technological artifacts, where geometry and physics themes were used. The context in which the research was carried out were the Geometry Didactics classrooms, taught at the Santiago de Cali University. In addition, there was the participation of 17 students from the VI semester of a Bachelor's Degree in Basic Education with an emphasis on Mathematics. The methodology used was qualitative descriptive and the following data collection instruments were implemented: the observation that was made through videos, photos and documents. The results show that the construction process of the technological artifacts had three main stages: 1. Literature review; 2. Construction of technological artifacts focused on Euclidean geometry and classical physics (structure, movements, etc.); and 3. Integration of Programming (Arduino and/or Matlab) or circuits to each technological device. Technological artifacts demarcate different contrasts between physics and geometry, focused on

the form-movement and time-space relationship. Geometry and physics have different elements in common such as shape, movement, observation, verification, among others; which are immersed in the process of construction of technological artifacts.

Keywords: education; technology; artificial intelligence.

Resumo

Este estudo consistiu em descrever o processo de construção de três artefatos tecnológicos, onde foram utilizados temas de geometria e física. O contexto no qual a pesquisa foi realizada foram as aulas de Didática da Geometria, ministradas na Universidade Santiago de Cali. Além disso, houve a participação de 17 alunos do VI semestre de um Curso de Bacharelado em Educação Básica com ênfase em Matemática. A metodologia utilizada foi qualitativa descritiva e foram implementados os seguintes instrumentos de recolha de dados: a observação que se fez através de vídeos, fotos e documentos. Os resultados mostram que o processo de construção dos artefatos tecnológicos teve três etapas principais: 1. Revisão da literatura; 2. Construção de artefatos tecnológicos focados na geometria euclidiana e na física clássica (estrutura, movimentos, etc.); e 3. Integração de Programação (Arduino e/ou Matlab) ou circuitos a cada artefato tecnológico. Artefatos tecnológicos demarcam diferentes contrastes entre física e geometria, focados na relação forma-movimento e tempo-espaço. Geometria e física têm diversos elementos em comum como forma, movimento, observação, verificação, entre outros; que estão imersos no processo de construção de artefatos tecnológicos.

Palavras-chave: educação; tecnologia; inteligência artificial.

Introducción

Actualmente, los seres humanos utilizan diferentes herramientas tecnológicas con la finalidad de agilizar los procesos que conllevan distintas tareas cotidianas, generando ganancia de tiempo en pro de efectuar otras actividades; sin embargo, el ritmo acelerado en que se realizan las actividades cotidianas que están inmersas en la vida diaria, la mayoría de las veces lleva a desconocer o anular distintos elementos y procesos por los cuales han transcurrido estas herramientas tecnológicas;

entre ellos el contenido, evolución, construcción, y contextualización, que parecen no tenerse en cuenta al ser implementados (Einstein, 1916; Etayo, 1988; García, 1985; Goetz & Lecompte, 1988; Martínez, 2003; Severin, 2014; Villota, 2018; Villota & Villota, 2018; Villota et al., 2022).

En el campo educativo se intenta que los estudiantes reflexionen sobre estos elementos y procesos en torno a las herramientas tecnológicas, donde se reconoce que la construcción de artefactos tecnológicos va más allá de una serie de réplicas realizadas mediante maquinarias industriales, por lo que conocer el contenido disciplinar que está inmerso en el proceso de construcción de determinados artefactos tecnológicos llevó a abordar diferentes relaciones de contenidos disciplinares, entre ellos los contenidos de la geometría euclidiana y la física clásica.

La geometría y la física tienen elementos en común como, por ejemplo: forma, movimiento, observación, comprobación, entre otros; los cuales están inmersos en el proceso de construcción de artefactos tecnológicos (Villota y Villota, 2022a). La relación en torno a la geometría y la física no es reciente, por el contrario, es una problemática que han abordados estudiosos como Aristóteles, Platón y Newton. (Einstein, 1916; Etayo, 1992; García, 1985) donde han observado distintas situaciones de la naturaleza a través de sus relaciones mediante el movimiento y espacio. En este sentido, algunas de estas situaciones se dieron mediante la interpretación del quinto postulado de Euclides, el cual permitió desarrollar otro tipo de geometrías como la geometría no euclidiana, donde los espacios y elementos de dicha geometría tienen variedad de comportamientos, las cuales integran como base fundamental la física. El ejemplo que ha resaltado en esta relación de la geometría y la física fue abordada por Einstein, tal como lo argumenta García (1985):

[...]. El descubrimiento a fines del siglo XIX de geometrías distintas de la euclídea, unido a la revisión de los fundamentos de la física iniciada por Einstein a principios Albert Einstein (1879-1955). del XX, tuvieron como principal consecuencia la creciente absorción de la física por la geometría. La rígida distinción entre conceptos geométricos y físicos de la etapa anterior se fue difuminando cada vez más a costa del sacrificio del marco euclidiano de la física. De este modo se llega, casi con el único recurso del pensamiento, a uno de los más grandes descubrimientos de la ciencia moderna, la relatividad general, con la que se hace

realidad uno de los mayores deseos de todos los tiempos: la identidad entre física y geometría. Con ello culmina un largo periodo de desarrollo de la geometría diferencial y de la física teórica que, iniciado en el siglo XVII con la aplicación del cálculo infinitesimal a la geometría, tuvo a la gravitación newtoniana y al electromagnetismo de Maxwell como sus más señeras doctrinas.

En esta dirección, la relación de los contenidos de la geometría y la física conllevan a evidenciar dos elementos fundamentales como tiempo y espacio, los cuales se tienen en cuenta en este estudio para la construcción de los artefactos tecnológicos. De este modo, en esta investigación, el “artefacto tecnológico” es asumido por Villota y Villota (2022b) como “La idea de artefacto tecnológico en esta investigación, será tomado como un objeto creado para el uso de diferentes actividades, a través del cual el desarrollo tecnológico lo transforma en eficiente” (p. 7).

En el proceso de construcción de artefactos tecnológicos de este estudio se utilizó diferentes elementos ligados a la programación y electrónica como el software Arduino y circuitos simples, los cuales ayudaron a esquematizar de forma moderna dichos artefactos tecnológicos. De este modo, Vidal et al. (2019, p. 378) argumentan que:

[...] La tecnología Arduino resulta en un sistema de computación con la integración directa de las áreas de hardware y software para el diseño e implementación de soluciones. [...]. Al igual que una computadora convencional, una placa Arduino puede realizar una multitud de funciones, [...] existen diferentes placas Arduino disponibles tales como Arduino Uno R3, Arduino Leonardo y Arduino Mega [...]. Por ejemplo, una versión de Arduino Mega permite la interacción con teléfonos móviles Android.

El uso de circuitos simples en la construcción de artefactos tecnológicos, brinda varias actividades como la moderación de resistencias, condensadores, interruptores, etc. En los circuitos simples cerrados circula la electricidad, por lo generalmente se da inicio a través de una fuente de alimentación y fluye mediante un cable de cobre para luego llegar a un dispositivo eléctrico que requiere de batería. De este modo, Deorsola y Morcelle (2017) argumentan que los elementos de los circuitos simples como: resistor, inductor, capacitor, fuentes de tensión y de corriente,

conlleven a la relación de la corriente y la tensión en cada uno de dichos elementos; por lo que se evidencian las leyes de Kirchhoff y estudios enfocados a la potencia y la energía; sin embargo, los circuitos simples se enfocan en los instrumentos de medición (voltímetro y amperímetro).

La integración de la programación (Arduino) y los circuitos simples en la construcción de artefactos tecnológicos, conlleva a que tanto el profesor y el estudiante requieran de conocimiento sobre la utilización del software y temas ligados a la electrónica, por lo que las implementaciones de recursos tecnológicos de este tipo requieren de manejo especializado en torno a las funcionalidades precisas que debe tener para utilizar en el proceso de construcción de artefactos tecnológicos, tal como lo argumentan Hayek, Montero y Murray-Lasso citados por Villota (2020, p. 38):

[...]. Es importante resaltar que existen diversos conocimientos matemáticos que son menos susceptibles a utilizar los recursos TIC, los cuales están ligados a la matemática pura (álgebra moderna, análisis funcional, topología, análisis, teoría de números, etc.) que se ocupa del análisis de estructuras abstractas y por ende ofrece una gran cantidad de modelos estructurales. Sin embargo, el implementar recursos TIC para representar algunos los conocimientos de matemáticas puras requieren de diferentes tipos de conocimientos tales como: programación, circuitos, electricidad.

El proceso en torno a la construcción de los artefactos tecnológicos permite facilitar el aprendizaje de contenidos inmersos en las áreas de geometría y física y sirve como estrategia de enseñanza y aprendizaje para la apropiación de estos contenidos, resaltando la integración de la teoría y práctica, donde se visualiza la utilidad de dichos conceptos (Bravo et al., 2016; Patiño et al., 2013; Tapia, 2005; Van de Velde, 2002; Villota et al., 2018; Villota y Villota, 2022a; Villota, 2023).

El diseño de los artefactos tecnológicos convoca a explorar contenidos inmersos a la inteligencia artificial, enfocados en la robótica y programación, con el propósito de mejorar las funcionalidades y estética de los mismos. De este modo, la inteligencia artificial va más allá del debate entre máquina y hombre, abordada por varios autores como Alan Turing, el precursor de distintos

conceptos, como la predicción de datos y robótica (Romero et al., 2007; Rivera y Sánchez, 2016; Hardy, 2001; Villota e Iglesias, 2021; Villota y Villota, 2022b).

Dado lo anterior, este estudio consistió en describir el proceso de construcción de artefactos tecnológicos utilizando la física y geometría, implementando proyectos realizados por estudiantes de VIII semestre de la Licenciatura en Matemáticas en el curso de Didáctica de la geometría, ya que mediante la discusión y debate de los postulados de Euclides, conceptos, definiciones y construcción de demostraciones en el libro I y II de Euclides se generaron inquietudes que deseaban ser exploradas a través de la realización de artefactos tecnológicos, por la importancia de la relación entre la geometría y la física.

Metodología

Esta investigación se desarrolló desde una perspectiva cualitativa, ya que según Stake citado por Martínez (2003, p. 211):

Lo característico de los estudios cualitativos es que dirigen las preguntas de la investigación o casos o fenómenos y buscan modelos de relaciones inesperadas o imprevistas. La función de la investigación (Stake-1999), no es necesariamente la de trazar el mapa y conquistar el mundo, sino de ilustrar su complementación.

En esta investigación, el método cualitativo descriptivo permitió profundizar acerca del proceso de construcción de artefactos tecnológicos desde las perspectivas de las prácticas modernizadoras. Los resultados serán “inductivos, generativos, constructivos y subjetivos” (Goetz y LeCompte, 1988, p. 32).

El trabajo en equipo que surge en la construcción de los artefactos tecnológicos se conoce como un proceso social de construcción del conocimiento, inmersos en la relación de la geometría y la física desde las prácticas modernizadoras. Algunos teóricos que abordan lo cognitivo como Jean Piaget 1952, Lev Vygotsky 1978 y David Ausubel 1963, entre otros, argumentan que aprender es la consecuencia de desequilibrios en la comprensión de un estudiante y que tanto el trabajo de pares como el ambiente, tiene importancia fundamental en este proceso.

En relación con lo anterior, las características de los estudios cualitativos es que se puede utilizar diferentes instrumentos para recolectar datos, dependiendo de la pregunta de investigación a ser respondida (Denzin & Lincoln; 2005). En este estudio, la recolección de los datos se realizó utilizando la observación, la cual consistió en la filmación y fotos sobre el proceso de construcción de los artefactos tecnológicos, por lo que este elemento fue la base para describir este proceso desde las prácticas modernizadoras.

Cabe resaltar que la observación se realizó mediante las siguientes fases, para una adecuada recolección de datos:

Fase 1: Revisión de Literatura

En esta fase se discuten y debaten mediante autores y expertos que abordan la temática sobre el proceso de construcción de artefactos tecnológicos, entre ellos Albert Einstein, Gauss, Euclides, etc. elementos (espacio, tiempo, movimiento, etc.) de geometría y la física desde las prácticas modernizadoras, donde se construyó un marco teórico para fortalecer el proceso de construcción de artefactos tecnológicos.

Fase 2: Realización del artefacto (Estructura) y registro en blogs

El proceso de diseño de artefactos tecnológicos se centra en la estructura, donde se seleccionó cada uno de los artefactos y luego se pasó a dibujar y a representarlos mediante maquetas con materiales como cartón paja, cartulina, etc.

Fase 3: Implementación de motores y circuitos a los artefactos tecnológicos

En esta fase, se implementaron motores y circuitos simples a los diferentes artefactos tecnológicos, estableciendo relaciones entre la geometría y la física. a través del espacio-tiempo. Finalmente, los artefactos se expusieron en modalidad poster en el seminario taller “Exploración de software educativos para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias”, donde aparecerán en el libro de memorias del mismo.

La coherencia sobre los instrumentos de recolección de la información se realizó en la medida que las fases donde se utilizó la técnica como la observación, estuvieron ligadas con el objetivo a

alcanzar. En cuanto a la consistencia en los instrumentos de recolección de información, esta permitió analizar el objetivo propuesto a partir de las informaciones recogidas, brindando solides entre los métodos implementados para el análisis de la información y la información recolectada (Arias, 2006; Cea, 2001; Villota, 2023).

Resultados

En esta sección, se presentarán los resultados de la investigación desarrollada, donde se describe el proceso de construcción de tres artefactos tecnológicos realizados por los estudiantes universitarios, tales como banda magnética, proyector láser y placa de Chladni, el cual está enfocado en la enseñanza y aprendizaje de la física y la geometría, denotando las variables tiempo-espacio, como elementos que ayudan a transformar los artefactos tecnológicos. Dado lo anterior, a continuación, se muestran los artefactos tecnológicos antes mencionados:

La banda transportadora

La banda transportadora facilita la transportación de objetos mediante el movimiento de la banda, por lo que permite trasladar elementos de un lugar a otro. Así, el artefacto tecnológico denominado “banda magnética” fue diseñado a través de una maquetación realizada con madera, cartón paja y un motor de 2W para adquirir el movimiento, por lo que se abordaron conceptos inmersos en la geometría euclidiana, tales como: paralelismo, perpendicularidad, congruencia, semejanza de las figuras geométricas entre otros, y respecto a la física, se tratan temas como energía y voltajes, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Estructura inicial del artefacto



Fuente: Elaboración propia.

En esta dirección, después de haber construido la banda magnética a través de la maquetación y el motor, se dio paso a la integración de la programación en aras de mejorar el funcionamiento mecánico de la banca magnética, por lo que se utilizó Arduino, con el propósito de generar el movimiento a partir de la programación. Así, en su construcción existieron diferentes modificaciones, desde lo manual (Estructura- adaptando un motor simple) hasta la implementación de Arduino, como se presenta en la Figura 2.

Figura 2

Estructura modificada del artefacto



Fuente: Elaboración propia.

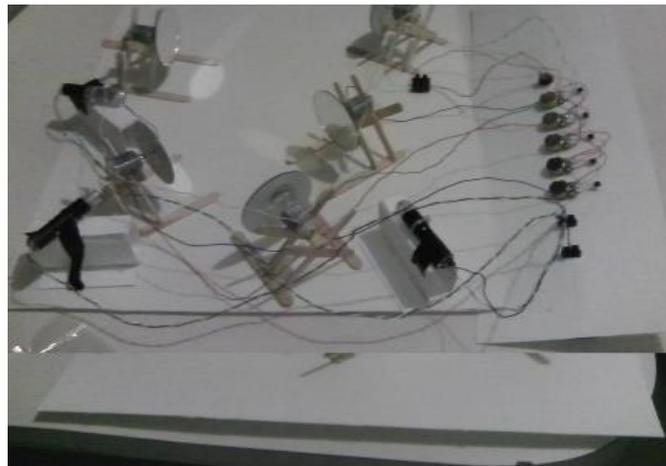
En la Figura 1, se resalta que se implementaron conocimientos de la geometría euclidiana tales como: ángulos, planos, paralelismo, perpendicularidad, etc., los cuales constituyen la estructura inicial del artefacto tecnológico. En la Figura 2, se denotan modificaciones del artefacto tecnológico, enfocadas en el uso de programación, particularmente en la implementación de Arduino para generar el movimiento de la banda magnética.

El proyector láser

El proyector láser facilita la visualización de figuras geométricas a través de la proyección de los láseres. Los espejos y láseres se ubicaron en las estructuras hechas mediante palitos de paletas que se encontraban en la maqueta que tuvo una forma cuadrada, como se observa en la Figura 3.

Figura 3

Estructura inicial del artefacto tecnológico

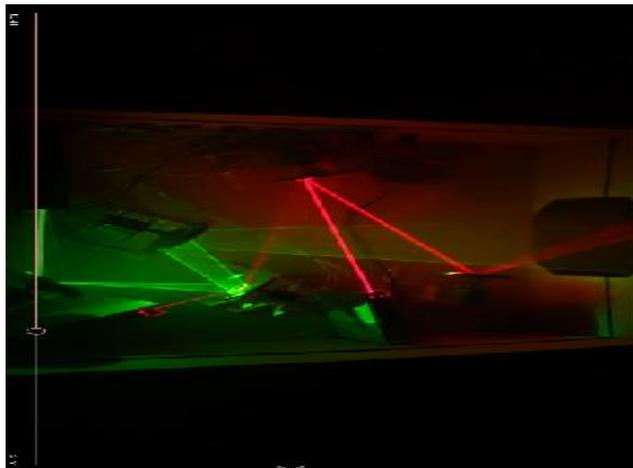


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3, se integró varios motores simples, cuyo voltaje fue de 1.5-5 V, con el propósito de generar movimientos, implementado los láseres, por lo que estos elementos, constituyeron la estructura inicial del artefacto tecnológico. Posteriormente, se realizó transformaciones al proyector láser mediante el uso de circuitos simples, con la finalidad de regular el movimiento que emerge de los láseres ubicados estratégicamente en la maqueta, como se visualiza en la Figura 4.

Figura 4

Estructura modificada del artefacto tecnológico



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4, se denotan modificaciones del proyector láser enfocadas en el uso de circuitos, particularmente en la implementación de circuitos simples para generar las figuras geométricas mediante láser, a través de la regulación del tiempo-espacio. Adicionalmente, los integrantes que elaboraron el proyector láser, también diseñaron el siguiente blog: <https://geometriandoblog.blogspot.com/?m=0> donde ubican diferentes informaciones, tales como: soporte teórico (referentes teóricos), contrastes de conceptos científicos, objetivos propuestos en torno a la construcción del artefacto tecnológico, materiales implementados (espejos, láser, madera, cartón paja, etc.), costos, y conclusiones, los cuales hacen parte del proceso de elaboración del “Proyector láser”.

Placa de Chladni

Este artefacto tecnológico muestra que, gracias a la resonancia generada por el sonido mediante una placa metálica y uso de sal, el diseño de figuras geométricas, como cuadrados, triángulos, rectángulos, etc., los cuales están relacionados con la geometría euclidiana. De este modo, se inició con el diseño de la maquetación de la estructura de la placa de Chladni a través de la geometría euclidiana, donde se implementaron conocimientos de la geometría euclidiana como lo son los ángulos, plano, paralelismo, perpendicularidad, propiedades de las figuras geométricas, entre otros; como se visualiza en la Figura 5.

Figura 5

Estructura inicial del artefacto tecnológico



Fuente: Elaboración propia.

Este artefacto tuvo transformaciones, ya que se implementó la tecnología digital, enfocada en Arduino para realizar funciones centradas mediante las variables de espacio-tiempo y enfocados en la resonancia producida a través de las ondas sonoras, como se observa en la Figura 6.

Figura 6

Estructura modificada del artefacto tecnológico



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6, se denotan modificaciones del artefacto tecnológico enfocadas en el uso de programación, para generar el movimiento de la sal, la cual muestra distintas figuras geométricas. Adicionalmente, es importante resaltar que el grupo de estudiantes que desarrollo este artefacto tecnológico también realizo el siguiente blog: <http://geometriayfisica2018.blogspot.com/2018/10/montaje-y-construccion-del-experimento.html?m=1> con el propósito de visualizar el proceso sobre la construcción de la placa de Chladni.

En relación con lo anterior, cabe resaltar que los tres artefactos tecnológicos realizados a través de proyectos, como “banda transportadora”, “proyector láser” y “placa de Chladni”, fueron presentados en el evento académico llamado “La feria de la Ciencia”, el cual se realizó mediante el apoyo brindado por del Semillero de Investigación GOMATECIN de la Facultad de Educación y el Laboratorio de Matemáticas de la Universidad Santiago de Cali.

Discusión de los datos

El artefacto tecnológico denominado “la banda transportadora” consiste en un objeto que permite el transporte de distintos productos como: agrícolas, mineros, industriales, textiles, entre otros, los cuales están ligados a diferentes movimientos circulares, permitiéndole desempeñar un papel importante en diversos procesos relacionados con la movilidad de elementos y facilitando la adaptación a cualquier contexto.

Las bandas transportadoras están conformadas por distintos elementos, por ejemplo: tensores, tambores, rodillos, soportes, bastidores, grupo motriz, y programación. De este modo, las bandas transportadoras son utilizados como elementos auxiliares en múltiples lugares como supermercados y bodegas, ya que tienen como propósito transportar de forma continua materiales de un determinado punto hacia otro. En torno a la implementación de programación en las bandas transportadoras, ayuda a mejorar varios movimientos que se realizan mecánicamente (Barrera et al., s.f.; Salinero, 2013; Villota y Villota, 2018).

En los últimos años, se han venido realizando grandes avances tecnológicos relacionados con el campo visual, particularmente medios visuales como *el proyector láser*, el cual permite visualizar

diferentes elementos, como imágenes y videos, a través de distintas dimensiones, donde los espejos y los rayos del láser; mediante su relación se puede observar el comportamiento de diversos fenómenos físicos, matemáticos, biológicos, etc. (Halabi & Chiba, 2009; Natan et al., 2009).

El proyector láser se reconoce como un dispositivo tecnológico que está conformado por una fuente de luz láser, la cual ayuda a emitir una determinada imagen, generando distintas ventajas semejantes a la tecnología led, como permitir desarrollar modelos más pequeños y compactos, alarga la vida útil del proyector, consumir menos energía y no contener mercurio como usualmente si lo tienen las lámparas comunes, mejor contraste de luz y 3D, entre otras.

Por otro lado, el artefacto tecnológico denominado placa de Chladni consiste en una superficie vibrante donde se modelan distintos elementos a través de sus nodos y las líneas nodales. En otras palabras, la placa de Chladni, conforma una demostración clásica de la formación de ondas estacionarias y se construye mediante algunos elementos, como lo son una placa metálica muy fina cuya forma debe ser cuadrada, altavoces acompañados de un generador de frecuencias, etc. (Arango et al., 2012).

De este modo, las placas de Chladni generan a través de las frecuencias, distintos elementos, como figuras geométricas, ondas estacionarias, entre otros fenómenos donde se puede visualizar el comportamiento de los mismos, como simetrías o congruencias, los cuales ayudan a relacionar conceptos teóricos y prácticos.

Conclusiones

Los artefactos tecnológicos muestran que están relacionados con las prácticas modernizadoras a través de la utilización que se les brinda en la sociedad, ya que cada uno de ellos tiene diferentes funcionalidades; sin embargo, el objetivo es facilitar al ser humano la realización de tareas inmersas en la cotidianidad. En el campo educativo, el proceso de diseño y elaboración de los artefactos tecnológicos pueden ser implementados para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos.

Este estudio llevó a reconocer que más allá de la construcción mecánica de los artefactos tecnológicos, estos se relacionan con diferentes elementos sociales, entre ellos las prácticas modernizadoras que con el pasar del tiempo se van modificando y en algunos casos se cambian drásticamente, por lo que el proceso de construcción de artefactos tecnológicos y su utilización en las prácticas modernizadoras conlleva a cuestionarse sobre su utilidad y funcionamiento.

Las transformaciones que se realizan en los artefactos tecnológicos crecen a pasos agigantados, precisamente porque la tecnología a cada instante produce nuevos conocimientos enfocados en sus funcionalidades, con el propósito de brindarle al ser humano alternativas sobre su exploración. Particularmente, los artefactos tecnológicos inmersos en el campo educativo heredan las transformaciones en torno a su parte física; sin embargo, la implementación de dichos artefactos rompe las barreras de las funcionalidades físicas y se centra en funcionalidades cognitivas del estudiante donde el uso, manejo y utilización de ellos se debe hacer de forma cuidadosa, ya que puede generar obstáculos epistémicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En el proceso de construcción de los artefactos tecnológicos realizados por los estudiantes que participaron en este estudio se evidenció el uso de conocimientos previos que ayudaron a la construcción de nuevos conocimientos (Villota, 2023; Villota y Villota, 2022a). Así, mediante la construcción de artefactos tecnológicos se implementa diversas estrategias que facilitan la apropiación de contenidos curriculares.

Finalmente, este estudio brinda estrategias de enseñanza y aprendizaje para la apropiación de los contenidos curriculares, como el trabajo en equipo, diálogo, debate, etc., reconociendo que el estudiante no es una caja vacía donde el profesor la llena con sus conocimientos, al contrario, el estudiante tiene conocimientos previos que le permiten construir nuevos conocimientos a través del diseñar artefactos tecnológicos (Hacer) y la teoría inmersa en los mismos.

Consideraciones éticas

El presente estudio no requirió de aval de un Comité de Ética o Bioética dado que no utilizó ningún recurso vivo, agente, muestra biológica o datos personales que representen algún riesgo sobre la vida, el ambiente o los derechos humanos.

Conflicto de interés

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento y declaran que no existe ningún conflicto de interés relacionado con el artículo.

Declaración de contribución de los autores

Jakeline Amparo Villota Enríquez: Conceptualización, Metodología, Análisis formal, Investigación, Recursos, Escritura - Borrador original. Maribel Deicy Villota Enríquez: Investigación, Escritura - Borrador original, Redacción: revisión y edición. Dora Alexandra Villota Enríquez: Visualización, Supervisión, Administración de proyecto.

Fuente de financiación

Investigación financiada con recursos propios de los autores.

Referencias

- (1) Arango, J., Escobar, L. y Reyes, C. (2012). Figuras de Chladni en tambores. *Lecturas Matemáticas*, 33(1), 5-18.
- (2) Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (6ta ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- (3) Barrera, M., Correa, J., Echeverry, S., Martínez, J., Martínez, C. y Parra, R. (s.f.). *Banda transportadora con electroimán*. Universidad Pontificia Bolivariana. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3138/Banda%20transportadora.pdf>
- (4) Bravo, A., Ramírez, G., Faúndez, C. y Astudillo, H. (2016). Propuesta didáctica constructivista para la adquisición de aprendizajes significativos de conceptos en física de fluidos. *Formación Universitaria*, 9(2), 105-114. <https://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v9n2/art12.pdf>
- (5) Cea, M. (2001). *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*.

España: Síntesis. Sociología.

- (6) Deorsola, M. y Morcelle, P. (2017). *Circuitos eléctricos Parte 1*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Universidad de La Plata.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/61804/Documento_completo___.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- (7) Einstein, A. (1916). Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. *Annalen der Physik*, 7.
- (8) Etayo, J. (1988). Los caminos de la geometría. En *Historia de la matemática en los siglos XVLL y XVLLL* (pp. 11-29). Real Academia de Ciencias, Madrid.
- (9) Etayo, J. (1992). El reinado de la Geometría Proyectiva. En *Historia de la Matemática en el siglo XIX* (pp. 115-138). Real Academia de Ciencias, Madrid.
- (10) García, P. (1985). *Sobre los fundamentos geométricos de las teorías físicas. Lección inaugural del XVII Curso de Estudios Superiores de la Armada*. Ed Real Observatorio de la Marina.
- (11) Goetz, J. P. y Lecompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Ed Morata.
- (12) Halabi, O. & Chiba, N. (2009). Efficient vector-oriented graphics drawing method for laser-scanned display. *Displays*, 30(3), 97-106.
- (13) Hardy, T. (2001). IA: Inteligencia Artificial. *POLIS, Revista de la Universidad Bolivariana*, 1(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30500219>
- (14) Martínez, M. S. (2003). *Concepciones sobre la enseñanza de la resta: un estudio en el ámbito de la formación permanente del profesorado*. [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona]. Repositorio Institucional.
- (15) Natan, T., Katz, B. & Rosen, J. (2009). Review of three-dimensional holographic imaging by multiple-viewpoint-projection based methods. *Appl. Opt.*, 48(34), H120-H136.
- (16) Patiño, N., Bárcenas, S. y Fernández, J. (2013). Estrategias mediadas por la tecnología que contribuyen al desarrollo y socialización del conocimiento en matemáticas. *Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte*, (19).
- (17) Rivera, J. E. y Sánchez, D. V. (2016). Inteligencia artificial ¿Reemplazando al humano en la psicoterapia? *Escritos*, 24(53), 271-291. <https://doi.org/10.18566/escr.v24n53.a02>
- (18) Romero, J., Dafonte, C., Gomez, A. y Penousal, F. (Eds). (2007). *Inteligencia artificial y computación avanzada*. España: Fundación Alfredo Bañas.

- (19) Salinero, M. (2013). *Diseño de una banda transportadora mediante Guide de Matlab* [Tesis de pregrado, Universidad Carlos III de Madrid].
- (20) Severin, E. (2014). *Enfoques estratégicos sobre las TIC en educación en América Latina y el Caribe*. Santiago: Editorial Oreal/Unesco.
- (21) Tapia, J. A. (2005). *Motivación para el aprendizaje: la perspectiva de los alumnos*. Ministerio de Educación y Ciencias. *La orientación escolar en centros educativos*. Ministerio de Educación y Ciencia.
- (22) Van de Velde, H. (2002). *La sistematización de experiencias educativas: un espacio para la reflexión crítica y la transformación de la práctica. Módulo 4: Aprender a sistematizar, sistematizando las experiencias educativas, en su propio ámbito y desde sus protagonistas*. IDE-UCA, Managua.
- (23) Vidal, C., Lineros, M., Uribe, G. y Olmos, C. (2019). Electrónica para Todos con el Uso de Arduino: Experiencias Positivas en la Implementación de Soluciones Hardware-Software. *Información tecnológica*, 30(6), 377-386. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600377>
- (24) Villota, J. & Villota, M. (2018). *Estratégias de ensino para a construção de produtos tecnológicos mediante a implementação de resíduos sólidos*. Educação no século XXI.
- (25) Villota, J. (2018). Concepções utilizadas por futuros professores: um olhar desde a integração de TIC na disciplina de didática das matemáticas. Em *Desafios e Estratégias para a Educação a Distância* (pp. 45-60). Editorial Atena.
- (26) Villota, J. (2020). *Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC para la enseñanza de contenidos matemáticos* [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca]. Salamanca- España.
- (27) Villota, J. (2023). Técnicas utilizadas para a aprendizagem das matemáticas. *Brazilian Journal of Development*, 9(1), 5515–5530. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-377>
- (28) Villota, J. y Iglesias, G. (2021). La inteligencia artificial en el campo de la educación superior. En J. Villota, H. González y P. Medina. (Eds.), *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología* (pp. 19-40). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- (29) Villota, J. y Villota, M. (2022a). Aprendendo a física mediante experimentos: um olhar da física na comunidade Indígena Misak. *Olhar De Professor*, 25, 1–22.

<https://doi.org/10.5212/OlharProfr.v.25.17073.016>

- (30) Villota, J., González, H. y Pereira, A. (2018). Strategies Used by Teachers of Mathematics in the Implementation of Tasks. *Modern Applied Science*, 12(5), 114-127. <https://ccsenet.org/journal/index.php/mas/article/view/75101>
- (31) Villota, J., Parra, J. y Villota, M. (2022). Re-significación de los saberes ancestrales a través de las prácticas orales: Una mirada desde las nuevas tecnologías. En M. da Silva y B. Guzman. (Ed.), *Educação Contemporânea*. Poisson, Brasil.
- (32) Villota, M. y Villota, J. (2022b). La inteligencia artificial en la sociedad del control, un paradigma alrededor de la ciencia y la tecnología contemporánea. *Anuario Colombiano de Ética*, 3(3), 417-424.

Cómo citar este artículo: Villota, J., Villota, M. y Villota, D. (2023). Construcción de artefactos tecnológicos mediados por los estudiantes de la Universidad Santiago de Cali. *Tendencias*, 24(2), 332-351. <https://doi.org/10.22267/rtend.232402.238>