

# DISEÑO DE PIEZAS MODELADAS CON IMPRESORA 3D PARA CLASE LÚDICAS DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Luis Antonio Vera Ramírez<sup>1</sup>, Yennifer Díaz Romero<sup>1</sup>, Víctor Manuel Martínez García<sup>1</sup>, Jesús Alfredo Ramírez Aviña<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa (MÉXICO)

## Resumen

El siguiente artículo presenta los resultados de la implementación de una práctica lúdica donde se utilizó la herramienta de Impresora 3D para la generación de figuras geométricas, con la finalidad de buscar incrementar el interés del estudiante en las materias de Matemáticas y Física, esto en gran medida porque los estudiantes presentan nuevas formas para aprender. Al diseñar y obtener las figuras físicas en 3D, se sienten motivados para asumir retos mientras adquieren conocimientos relacionados con las materias. Como conclusión de esta investigación tenemos que este interés se basa en varias razones fundamentales donde destacan la importancia de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje: La impresión 3D permite a los estudiantes diseñar y crear objetos tridimensionales, lo que fomenta la creatividad y pueden materializar sus ideas de manera tangible, lo que les proporciona una experiencia práctica y motivadora.

Palabras clave: Enseñanza, impresión 3D, práctica lúdica.

## Abstract

The article presents the results of the implementation of a playful practice where the 3D Printer tool was used to generate geometric figures, with the purpose of to increase the student's interest in the subjects of Mathematics and Physics, this to a large extent because students present new ways to learn. By designing and obtaining physical figures in 3D, they are motivated to take on challenges while acquiring subject-related knowledge. As a conclusion of this research, we have that this interest is based on several fundamental reasons that highlight the importance of technology in the teaching-learning process: 3D printing allows students to design and create three-dimensional objects, which encourages creativity and can materialize their ideas in a tangible way, which provides them with a practical and motivating experience.

Keywords: Teaching, 3D Printing, playful practice.

## 1 INTRODUCCIÓN

Aprendizaje es uno de los conceptos centrales en la investigación. A la importancia que este concepto pueda tener en la vida. Detrás de cada sistema educativo, de cada técnica de estudio, y de cada actitud ante la vida hay un modelo de aprendizaje.

Este proyecto que surge entorno a una práctica docente diferente a la estándar y al mundo de la impresión 3D. Esta tecnología de fabricación va a ser extensamente utilizada debido a las grandes ventajas que ofrece como es el fomento a la creatividad y la innovación, aprendizaje práctico, interdisciplinariedad, así como el interés y motivación.

El proyecto de diseño de piezas modeladas con una impresora 3D para clase didáctica de matemáticas y física de la Unidad Académica Preparatoria Antonio Rosales y Rubén Jaramillo, se inscribe en la Línea de Investigación referente a la Formación Estudiantil, con una metodología para clase didáctica y diseño de piezas modeladas con impresora 3D, las características y aplicación de las mismas por alumnos.

Y con esto, llevar a cabo una práctica docente diferente a la estándar para los alumnos de las Unidades Académicas Antonio Rosales y Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa que conlleve a un aprendizaje significativo de los contenidos temáticos, interés y el desarrollo de la creatividad.

Las evaluaciones nacionales, regionales e internacionales de aprendizaje indican que en muchos países de la región al menos la mitad de los alumnos no comprende un texto sencillo o no puede resolver un problema matemático básico [1].

La problemática se presenta en las materias de matemáticas y física, esencialmente cuando los estudiantes no logran relacionar las ecuaciones de varias variables con su representación como lo mencionan “estas actividades resultan ser difíciles para los estudiantes, ya que, para poder realizar estas relaciones, los estudiantes necesitan acudir a la visualización” [2], dificultando el poder proponer y encontrar soluciones a ejercicios del cálculo de áreas y volúmenes. La visualización para ejercicios de una dimensión (1D) así como también de dos dimensiones (2D) pueden ser abordados en el aula por el profesor de manera sencilla en un pizarrón o una presentación y el estudiante puede con relativa facilidad entender, reproducir y utilizar la información para plantear soluciones. Para el caso de la visualización de ejercicios en tres dimensiones (3D) abordarlos en aula se vuelve un verdadero reto para el profesor, transmitir el concepto que representa una superficie en 3D, y para el estudiante puede volverse una idea abstracta difícil de comprender, no reproducible y complicado de utilizarlo para el planteamiento de una solución.

En la práctica docente del área de física y matemáticas, los alumnos muestran una apatía a la forma actual de aprender los conocimientos significativos en el aula estas materias, falta de motivación, interés y practicidad son algunas de las causas, como consecuencia de estos se implementará una práctica lúdica utilizando la herramienta de impresión en 3D, donde el alumno encontrará sentido a los conceptos y contenidos que el maestro quiere comunicar.

El utilizar las impresoras 3D como herramientas educativas, puede permitir al docente ampliar el abanico de posibilidades a la hora de planificar y diseñar actividades, pudiendo ofrecer a los alumnos un mayor protagonismo en la experiencia de enseñanza-aprendizaje al tener un papel más activo al interactuar con las nuevas tecnologías, facilitando de esta forma que experimenten aprendizajes significativos [3].

Con el transcurso de los años y el avance de la tecnología, la impresión 3D se ha dado a conocer en la sociedad. Cada vez más es más utilizada en el ámbito del aprendizaje este tipo de tecnología para crear prototipos para la enseñanza.

En la actualidad, ya es una tecnología completamente distinta, que tiene un gran campo de aplicación y que va creciendo por momentos, lo que conlleva que los costes vayan siendo cada vez más asequibles [4]. Esto implica, que, hoy en día, se utilicen en ámbitos tan dispares como pueden ser la industria de fabricación, la automoción, la aeronáutica, la medicina o incluso la docencia.

Es donde surgen las preguntas: ¿Cómo los estudiantes aumentan su interés en las materias de matemáticas y física con la implementación de una práctica lúdica?, ¿Cómo los estudiantes aumentan su interés mediante la utilización de la herramienta de impresión 3D? y ¿Cómo los estudiantes aumentan el aprendizaje significativo en las materias de matemáticas y física?, dando paso a el objetivo general que es: Aumentar el interés del estudiante en las materias de matemáticas y física, esto logrando aumentar el interés del estudiante mediante la utilización de la herramienta de impresión 3D y el aprendizaje significativo en las materias de matemáticas y física.

El aprendizaje de las matemáticas es una actividad constructiva y de razonamiento, de modo que el alumno logre que los objetos matemáticos y físicos adquieran su significado. Lo cual contradice la idea de que los alumnos simplemente absorben el conocimiento [5].

La función de este proyecto es que el alumno diseñe su propio material con las pautas a seguir que dispondrá. La ventaja que se tiene es que con la impresora 3D podrá fabricar dicho material al momento en un tiempo relativamente corto en función de la geometría y los parámetros que se le imponga.

La tecnología de impresión 3D aún no está implementada en las Unidades Académicas Antonio Rosales y Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Con esta práctica intentaremos unir el diseño con una impresora 3D en una práctica docente entre las áreas de matemáticas y física.

La impresión 3D, es una de las principales tecnologías para el futuro de la fabricación en cualquier campo y este es uno de los mayores motivos para hacer este proyecto. Se pretende que en un futuro se cambie por completo el proceso de fabricación de prototipos y componentes para cualquier sector.

## 1.1 Teorías del aprendizaje

Aprendizaje es uno de los conceptos centrales en la investigación. A la importancia que este concepto pueda tener en la vida. Detrás de cada sistema educativo, de cada técnica de estudio, y de cada actitud ante la vida hay un modelo de aprendizaje.

Una de la definición de aprendizaje es la que nos dice, “El aprendizaje es un cambio relativamente permanente en el comportamiento, que refleja una adquisición de conocimientos o habilidades a través de la experiencia y que puede incluir el estudio, la instrucción, la observación o la práctica. Los cambios en el comportamiento son razonablemente objetivos y por lo tanto pueden ser medidos” [6].

Conductismo: Comienza a principios del siglo XX. Pretende enfocar la psicología de un modo científico, como una ciencia natural más, reaccionando así contra las corrientes mentalistas que estudiaban la introspección. Por ello, los conductistas intentan estudiar las conductas observables y medibles de un individuo. Se toma animales como un punto de partida para la investigación y se da por supuesta la continuidad hombre-animal. Trata de explicar el comportamiento como una serie de estímulos y respuestas. Sus autores más importantes son Pávlov, Watson, Skinner y Hull [7]. Constructivismo: El constructivismo posmoderno considera que el cerebro no es un mero recipiente donde se depositan las informaciones, sino una entidad que construye la experiencia y el conocimiento los ordena y da forma. Éste es un planteamiento netamente kantiano. Según las ideas constructivistas el aprendizaje, no es un sencillo asunto de transmisión y acumulación de conocimientos, sino un proceso dinámico, activo, transformador, creativo y crítico por parte del alumno que ensambla, extiende, restaura e interpreta, y por lo tanto "construye" conocimientos partiendo de su experiencia e integrándola con la información que recibe. Esto hace cambiar de lo memorístico a lo comprensivo, de la repetición a lo crítico, de la asimilación a lo creativo [8]. El Modelo Constructivista está centrado en la persona, en sus experiencias previas de las que realiza nuevas construcciones mentales. La psicología cognitiva, es hoy en día, la corriente dominante en la psicología contemporánea, lo cual se refleja, tanto en los contenidos de las revistas psicológicas y el surgimiento de teorías y programas de intervención compatibles con las ideas axiales de las ciencias cognitivas, como en los diversos ámbitos de la psicología aplicada, como la psicología clínica, educativa, social, organizacional, etc. Cabe destacar, que se han propuesto y desarrollado modelos teóricos y prácticos desde la psicología cognitiva, con una importante repercusión en la psicología y la sociedad [9].

## 1.2 Aplicación de la modelación 3D

En términos de educación y de la forma de enfocar las metodologías de enseñanza, hay un claro predominio en la actualidad de enfoques innovadores. Dichos enfoques buscan transformar los paradigmas tradicionales [3]. El origen de la metodología de aprendizaje con enfoques innovadores parte del Constructivismo, que fue evolucionando a partir de las contribuciones de educadores y psicólogos tales como Vygotsky, Piaget, Dewey o Bruner.

Todo conocimiento aprendido en un contexto natural y apropiado será más fácilmente conservado y el logro de esta contextualización necesaria, no se consigue únicamente comprando una impresora 3D y colocándola en el aula, es necesario crear y trabajar proyectos que faciliten esa contextualización a los alumnos [10]. En el 2013, a través del trabajo colaborativo de las facultades de Educación y de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Virginia se estableció una Escuela-Laboratorio de Fabricación Avanzada con la finalidad de desarrollar prácticas educativas eficaces a partir de impresoras 3D [10]. Como ejemplo de logro por parte de esta Escuela-Laboratorio [10] señalan un proyecto conjunto realizado con el Smithsonian, en el que se fabricaron mecanismos físicos para el uso educativo.

En la actualidad se pueden encontrar ejemplos reales de usando impresoras 3D, un ejemplo de buenas prácticas llevado a cabo por la [11] consistía en la construcción en un colegio de primaria de Virginia, de una catapulta 3D por parte de los alumnos. Con ello, los estudiantes trabajaban los conceptos de fuerza, velocidad y las ecuaciones de velocidad lineal.

[12] ha subvencionado un proyecto desarrollado denominado “Proyecto Gutenberg3D” en el cual 11 institutos de Educación Secundaria trabajan la mejora del aprendizaje multidisciplinar a través del montaje, puesta en marcha e impresión en 3D de piezas para su uso en diferentes áreas, materias o módulos de diferentes etapas educativas. Dentro de los proyectos, hay ejemplos de buenas prácticas en las que los alumnos, además de trabajar sus competencias, ayudan de forma social a personas con necesidades. En

dicho proyecto, colaboran dos de los institutos y consiste en imprimir manos protésicas con las impresoras y donarlas a la persona que lo necesite; este proyecto internacional se denomina “enablingthefuture” [13].

### 1.3 La tecnología de impresión 3D y su relevancia en la enseñanza de matemáticas y física

La tecnología de impresión 3D ha surgido como una herramienta revolucionaria en diversas disciplinas, y su impacto en la educación no se queda atrás. En particular, la enseñanza de las matemáticas y física ha experimentado un cambio significativo gracias a esta tecnología. Tecnología de Impresión 3D transformando la enseñanza de la matemáticas y física con gran relevancia en la educación contemporánea. Permite a los educadores crear modelos tridimensionales de conceptos matemáticos abstractos, lo que facilita la comprensión de estos conceptos por parte de los estudiantes. En lugar de depender exclusivamente de representaciones bidimensionales en pizarrones o libros de texto, los profesores pueden imprimir modelos 3D de figuras geométricas, gráficos de funciones, fractales y otros objetos. Esto brinda a los estudiantes la oportunidad de interactuar esencialmente con estos objetos, lo que mejora su comprensión conceptual. Investigaciones recientes respaldan la eficacia de la Tecnología de Impresión 3D en la enseñanza de las matemáticas y de física. Según, la introducción de modelos impresos en 3D en el aula condujo a un aumento significativo en el rendimiento de los estudiantes en las pruebas de geometría en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza [14]. Esto sugiere que la Tecnología de Impresión 3D no solo hace que las matemáticas sean más accesibles, sino que también mejora el aprendizaje y la retención de conceptos. Además, la Tecnología de Impresión 3D fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Los estudiantes pueden diseñar sus propios modelos matemáticos y experimentar con diferentes variables. lo que les permite explorar conceptos abstractos de manera activa. Esto coincide con la idea sobre el aprendizaje mediante la construcción, es importante debido a que los estudiantes adquieren conocimientos mediante la relación del estudio con las experiencias y motivaciones vividas diariamente a través del tiempo. Por esta razón, se puede decir que aquellos conocimientos obtenidos por los estudiantes al ser significativos durarán para toda la vida. [15]. La Tecnología de Impresión 3D también facilita la personalización del aprendizaje. Los profesores pueden adaptar los modelos 3D a las necesidades individuales de los estudiantes. Por ejemplo, pueden crear modelos específicos para ayudar a los estudiantes con dificultades de aprendizaje a comprender mejor ciertos conceptos.

## 2 METODOLOGÍA

La investigación fue de campo con un enfoque cuantitativo donde se explica la relación entre el uso de la impresora 3D en el aula y el rendimiento académico.

La variable independiente es la práctica lúdica utilizando la herramienta de impresión 3D que permita a los alumnos del bachillerato de las unidades académica preparatoria Antonio Rosales y Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa, aprender matemáticas y física conforme a los programas educativos vigentes de una manera lúdica. Situando en el contexto de las unidades académicas preparatoria Antonio Rosales y Rubén Jaramillo, se considera que las fuentes de las que se obtendrá información serán los propios alumnos en las materias de matemáticas y física ya que la investigación se realizó en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa con la totalidad de alumnos de los grupos de segundo 2-12 del tercer semestre de la unidad académica preparatoria Antonio Rosales y 2-3 del cuarto semestre de la unidad académica preparatoria Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa, durante el ciclo escolar 2022-2023.

Se consideró que; lo más adecuado para obtener la información es la técnica de encuesta. Según Naresh K. Malhotra, las encuestas son entrevistas con un gran número de personas utilizando un cuestionario prediseñado. Según el mencionado autor, el método de encuesta incluye un cuestionario estructurado que se da a los encuestados y que está diseñado para obtener información específica.

Aplicando el instrumento del cuestionario: el cuestionario es la técnica de recogida de datos más empleada en investigación, porque es menos costosa, permite llegar a un mayor número de participantes y facilita el análisis. El cuestionario es un instrumento que deriva de la técnica de la encuesta.

Este proyecto se desarrolló en 3 Etapas: Formación y aprendizaje del uso de esta tecnología. Las impresoras 3D son dispositivos capaces de crear objetos tridimensionales a partir de un modelo diseñado con computadora mediante programas CAD (Computer Aided Design) o diseño asistido por computadora.

En cuanto al proceso de formación y aprendizaje del uso de esta tecnología, si bien hay ciertas dificultades para conseguir un nivel de aprendizaje avanzado, para alcanzar un nivel básico en el que se puedan desarrollar los primeros prototipos no se requiere una curva de aprendizaje excesivamente larga.

A modo de resumen, el proceso de formación para capacitarse en esta tecnología requirió introducción a la Fabricación Aditiva. En esta fase se aprendieron las bases de lo que sería la fabricación aditiva, su concepto y los materiales utilizados. Aprendizaje de un software para el modelado tridimensional. Para poder imprimir un objeto 3D antes hay que definir, crear y modelar el objeto. Para ello existen diversos programas, unos gratuitos y otros comerciales, que permiten realizar esta labor.

Generación de los procesos. Una vez concluida la etapa uno de formación y aprendizaje del uso de esta tecnología se procedió a la generación de los procesos a realizar por parte de los estudiantes objeto de estudio para este proyecto. Generando los manuales de los procesos a seguir.

Implementación de los procedimientos y aplicación de estos. Una vez con la población objeto de estudio los grupos 2-12 de Preparatoria Antonio Rosales y 2-3 de Preparatoria Rubén Jaramillo, se procedió a realizar los procesos previamente establecidos. El grupo 2-12 de la Unidad académica preparatoria Antonio Rosales en la materia de matemáticas trabajó la Unidad III Semejanza de triángulos y teorema de Pitágoras mediante el uso de las herramientas de software de diseño e impresora 3D con los procesos previamente establecidos. El Grupo 2-3 de la Unidad Académica Preparatoria Rubén Jaramillo en la materia de Mecánica IV trabajó la Unidad III Equilibrio mecánico de los cuerpos en la implementación de las figuras realizadas por alumnos del área de matemáticas de la Unidad académica preparatoria Antonio Rosales en una práctica lúdica.

El diseño cuasiexperimental. Consiste en examinar y observar al grupo de alumnos en alguna variable, administrar un tratamiento, aplicar un cuestionario de preguntas cerradas. Se emplea grupos de control y grupos experimentales usando grupos intactos en varias fases del diseño.

## 2.1 Fases utilizadas en la investigación

Fase uno exploratoria: se realizó una evaluación inicial. Un cuestionario y la aplicación de una prueba diagnóstica que ayudaron a: Identificar el interés de aprendizaje del estudiante y los conocimientos previos.

Fase dos descriptiva: se analizaron la información obtenida en la etapa uno para: Describir el interés del aprendizaje del estudiante y los conocimientos previos.

Fase tres explicativa: con el uso de la estadística se pudo: Conocer el interés de aprendizaje del estudiante y los conocimientos previos.

Fase cuatro: elaboración de informe: Se aplicaron cuestionarios al final del tratamiento y un examen sobre los contenidos con la finalidad de definir el grado de interés y aprendizaje de matemáticas y física conforme a los programas educativos vigentes, en los grupos establecidos.

Cálculos, resultados y elaboración de conclusiones y comentarios (logros, dificultades, impresiones).

Fase cinco: presentación de productos finales, la evaluación se contempló como un proceso permanente y continuo durante el desarrollo del proyecto, con la utilización de instrumentos que evaluaron los aspectos de participación de los alumnos y niveles de logro. Los criterios de evaluación en la que se evaluó este proyecto son: comprensión de conceptos, estrategia operativa, razonamiento lógico y resolución de problemas. Asimismo, se propició la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación de los alumnos.

## 3 RESULTADOS

La formación y el aprendizaje en el uso de la tecnología son aspectos críticos en la sociedad moderna, donde la innovación tecnológica avanza a un ritmo vertiginoso. La adquisición de habilidades tecnológicas se ha convertido en una necesidad en el ámbito académico.

Para la capacitación requerida en esta tecnología. Se introdujo a la Fabricación Aditiva adquiriendo concepto y los materiales utilizados, así como el aprendizaje de un software para el modelado tridimensional. Generando los manuales de los procesos que los alumnos seguirán durante las clases lúdicas.

Se examinaron los grupos aplicando el cuestionario inicial diagnóstico de preguntas cerradas a un total de 71 alumnos realizada en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa con los alumnos de los grupos de segundo 2-12 de la unidad académica preparatoria Antonio Rosales y 2-3 de la unidad académica preparatoria Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa, durante el ciclo escolar 2022-2023.

Exploratoria: Se realizó una evaluación inicial-diagnostica aplicando el instrumento del cuestionario. Identificando la percepción del estudiante sobre los infraestructura y espacios tecnológicos.

El estudio en las unidades académicas Antonio Rosales y Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa, se realizó para evaluar las percepciones de los alumnos hacia la infraestructura tecnológica. La escala de calificación utilizada en este incluyó cuatro categorías: "Malo", "Regular", "Bueno" y "Excelente". Cada una de estas categorías se asocia con un número específico de respuestas.

A continuación, se presentan los resultados del cuestionario. Esto sugiere que un pequeño grupo de personas tiene una percepción negativa de la infraestructura tecnológica actual solo el 5.99%, mientras que el 39.44% la considera regular y un 54.58% la considera de buena a excelente como lo muestra la Gráfica (Figura 1).



Figura 1. Los procesos de enseñanza-aprendizaje con del uso de las TIC's.

En relación con los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los resultados indica, que el 60% de los estudiantes consideran de bueno a excelente el proceso de enseñanza-aprendizaje con del uso de las TIC's, mientras que el 40% la considera regular a malo como lo muestra la Grafica (Figura 2).



Figura 2. Uso de la tecnología en el proceso Enseñanza-aprendizaje.

En cuanto al interés del aprendizaje con el uso de las tecnologías. Los resultados indican, que el 58.22% de los estudiantes consideran de bueno a excelente el aprendizaje con el uso de las tecnologías, mientras que el 41.78% la considera regular a malo como lo muestra la Grafica (Figura 3).



Figura 3. Interés del aprendizaje con el uso de las tecnologías.

Los tres aspectos antes mencionados nos muestran que la mayor parte de los estudiantes consideran que la infraestructura tecnológica, los procesos de enseñanza-aprendizaje con el uso de las TIC's y el interés por el aprendizaje con el uso de la tecnología en lo general es bueno.

Final: se realizó una evaluación final. Aplicando el instrumento del cuestionario, a estudiantes para ver el aumento de interés mediante la utilización de la herramienta de impresión 3D. Al igual que en cuestionario inicial diagnóstica la escala de calificación utilizada en este incluyó cuatro categorías: "Malo", "Regular", "Bueno" y "Excelente". Cada una de estas categorías se asocia con un número específico de respuestas.

El interés en el aprendizaje con la impresora 3D ha sido notable, con un 38.91% de excelente, 38.73% de buenos, estos resultados sugieren que hay un gran entusiasmo por parte de los alumnos que con el uso de la impresora 3D les ayuda a aprender mejor los contenidos de la unidad.

Los datos demuestran claramente que esta herramienta ofrece un gran interés alcanzando altos niveles de satisfacción de los alumnos por el uso de esta tecnología como lo muestra la Gráfica (Figura 4).

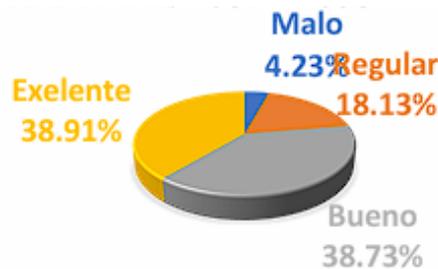


Figura 4. Interés del aprendizaje con el uso de la impresora 3D.

El incremento general en los promedios grupales en los exámenes aplicados a los grupos experimentales en comparación con los grupos de control en matemáticas de 6.08 a 6.7 y física de 6.52 a 7.3 (Figura 5) es una señal positiva que indica un ligero incremento en el aprendizaje y el rendimiento académico. Estos promedios reflejan un ligero progreso realizado por los estudiantes, lo que demuestra un pequeño logro en la implementación de la clase lúdica utilizando una impresora 3D.

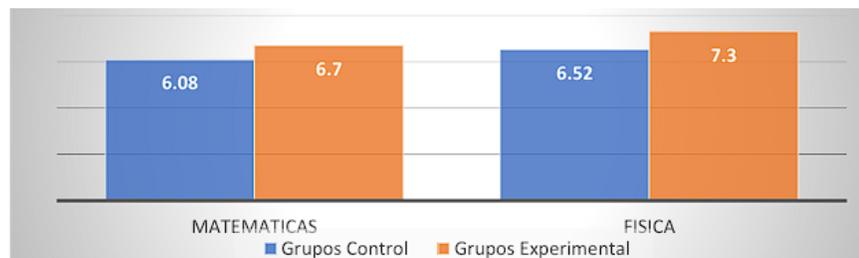


Figura 5. Promedios Comparativos.

## 4 CONCLUSIONES

Los estudiantes aumentaron su interés en las materias de matemáticas y física mediante la implementación de una práctica lúdica. Esto en gran medida porque los estudiantes exploran nuevas formas para aprender. Al hacerlo, los estudiantes se sienten motivados para asumir retos mientras adquieren conocimientos relacionados con las materias. Además, al incorporar elementos lúdicos en el aprendizaje, también se promueven habilidades como la colaboración entre compañeros y resolución creativa de problemas.

La impresora 3D ofrece una forma única de aprender y desarrollar habilidades. Esto se debe a que la tecnología permite a los alumnos crear objetos tridimensionales con precisión, lo que les da la oportunidad de experimentar con diseños y estructuras. El interés del aprendizaje también es impulsado por el hecho de que los alumnos pueden ver sus proyectos realizarse físicamente en lugar de solo verlos dibujados en un pizarrón, lo cual les ayuda a entender mejor los contenidos relacionados con el tema. Además del interés, muestran un mayor nivel creativo e innovador en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El uso de la impresora 3D presenta algunas desventajas relacionadas con el tiempo. El proceso de impresión puede ser lento, especialmente si se está trabajando en un objeto grande o complejo. Además, los materiales que se utilizan para la fabricación aditiva requieren cambios frecuentes durante el proceso de fabricación; estos dos factores contribuyen a un mayor tiempo necesario para completar las piezas e incluso llevar más tiempo del previsto. Por lo tanto, hay que considerar cuidadosamente el aspecto tiempo.

Como conclusión de esta investigación tenemos que este interés se basa en varias razones fundamentales que destacan la importancia de esta tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje: La impresión 3D permite a los estudiantes diseñar y crear objetos tridimensionales, lo que fomenta la creatividad. Los estudiantes pueden materializar sus ideas de manera tangible, lo que les proporciona una experiencia práctica y motivadora. El interés no fue por la materia sino por el uso de tecnología nueva y la curiosidad por su manipulación.

Para darle respuesta a la hipótesis la impresora 3D es una herramienta importante para la práctica docente y el aprendizaje de una forma lúdica de las áreas de matemáticas y física, se puede considerar idónea, esto se debe a que proporciona al alumno o profesor la capacidad para visualizar los conceptos abstractos en objetos tridimensionales, lo cual les ayuda a comprender mejor estos temas. Esto también permite al profesor crear ejemplificaciones y ser utilizadas como recursos didácticos, permitiendo así el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.

## REFERENCIAS

- [1] Banco Interamericano de Desarrollo, Aprender matemática en el siglo XXI. Elena Arias Ortiz, Julián Cristia, Santiago Cueto, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Aprender-matematica-en-el-siglo-XXI-A-sumar-con-tecnologia.pdf> ISBN 978-1-59782-385-2
- [2] A. Johnson, B. Smith y C. Brown (2019). El impacto de la impresión 3D en el rendimiento de los estudiantes en geometría. *Revista de Educación Matemática*, 14(3), 247-260.
- [3] L. Johnson, S. Adams Becker, M. Cummins, V. Estrada, A. Freeman y C. Hall (2016). *NMC Informe Horizon 2016. Edición Superior de Educación*. Austin: NMC. Recuperado de <http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-horizon-report-HE-ES.pdf>
- [4] B. Evans (2012). *Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing*. New York: Technology in action.
- [5] M. Monsalvo Carmona (2003). *¿Qué pasa con la Reprobación en Matemáticas? Ponencia*. México. Colegio de Ciencias y Humanidades, Naucalpan.
- [6] D. E. Papalia, R. Wendkos Olds y F. Duskin (2001). *Desarrollo Humano*. 8va Edición, Colombia, Ed. Mc Graw-Hill, Interamericana, 708 pp.
- [7] J. E. Vargas-Mendoza (2006) *Conductismo: Apuntes para un seminario*. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.

- [8] E. Cervera Abarca, «EL CONSTRUCTIVISMO: un acercamiento conceptual», Revista Electrónica Multidisciplinaria de Investigación y Docencia, 2012. [En línea]. Disponible en: [https://revistaic.instcamp.edu.mx/uploads/Ano2012No2/Ano2012No2\\_6\\_13.pdf](https://revistaic.instcamp.edu.mx/uploads/Ano2012No2/Ano2012No2_6_13.pdf)
- [9] W. L. Arias Gallegos (2021). Antecedentes, desarrollo y consolidación de la psicología cognitiva: un análisis histórico. Tesis Psicológica, 16(2), 172-198. [fecha de Consulta 21 de Noviembre de 2024]. ISSN: 1909-8391. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=139072271010>
- [10] G. Bull, H. Haj-Hariri, R. Atkins y P. Moran (2015). An Educational Framework for Digital Manufacturing in Schools. 3D Printing and Additive Manufacturing, 2(2), 42-49. doi: 10.1089/3dp.2015.0009
- [11] National Science Teachers Association (2013) NSTA Reports. NSTA Reports. 25(2) Recuperado de <https://goo.gl/HMgMgn>
- [12] J. Owen (2016). Becoming digital humanitarians. An E-NABLE story. Enabling the future. Recuperado de <http://enablingthefuture.org/>
- [13] J. Owen (2016). Becoming digital humanitarians. An E-NABLE story. Enabling the future. Recuperado de <http://enablingthefuture.org/>
- [14] S. N. Gatica, y O. E. Ares (2012). La importancia de la visualización en el aprendizaje de conceptos matemáticos. Edmetec, 1(2), 88–107. Recuperado de <http://www.uco.es/revistas/index.php/edmetec/article/view/220>
- [15] G. R. Baque-Reyes y G. I. Portilla-Faican, «El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza – aprendizaje», Polo del Conocimiento, vol. 6, n.o 5, pp. 75-86, may 2021, doi: 10.23857/pc.v6i5.2632.