

REVISTA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS  
UNIMONSERRATE

# REITUM

ISSN(e):2744-9920 (En línea)



N. 04 -DIC  
2023

Sistema Educativo de la Arquidiócesis de Bogotá



*La Revista de la Escuela de Ingenierías y Tecnologías Unimonstrate REITUM, Es una revista anual de investigaciones de la Fundación Universitaria Monserrate-Unimonstrate, que busca aportar a la reflexión, divulgación e investigación en ingeniería, ciencia y tecnología.*

## **REVISTA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS UNIMONSERRATE No 4**

Periodicidad: Anual  
Fundación Universitaria Monserrate - Unimonstrate  
Av. Calle 68 No. 62-11  
3902202 Ext 1319-1320  
Bogotá – Colombia  
Noviembre de 2023

### **Rector**

Ricardo Alonso Pulido Aguilar, Pbro.

### **Vicerrector Académico**

Hugo Orlando Martínez Aldana, Pbro.

### **Vicerrector Administrativo y Financiero**

Carlos Iván Martínez Urrea, Pbro.

### **Vicerrector de Pastoral y Bienestar**

Marcos Alexander Quintero Rivera, Pbro.

### **Decano**

Carlos Iván Martínez Urrea, Pbro.

### **Director de los Programas de Ingenierías y Tecnologías**

Luis Fernando Rosas Arango

### **Editora**

Claudia Patricia Mejía Villagrán  
coordinacioninvestigacioneit@unimonstrate.edu.co

### **Corrección de estilo de la EIT**

Diana Marcela Vargas Puentes

### **Corrección de estilo**

Felipe Sandoval Correa

### **Diseño de Portada**

Yenith Cristina Ortiz González

### **Diagramación**

Jeferson Camilo Hernández Galeano

6

## **Editorial ¿Se interesan los jóvenes por las STEM?**

Claudia Patricia Mejía Villagrán  
DOI: 10.29151/reit.n4a1

9

## **La evolución de los computadores, transformado el mundo a través de la tecnología**

Mariella Gallo Montenegro  
DOI: 10.29151/reit.n4a2

25

## **El uso de proteínas sintéticas en el aumento de masa muscular para deportistas de alto rendimiento: una revisión a la literatura**

Anyi Dayana Jiménez Bernal  
DOI: 10.29151/reit.n4a3

37

## **Calculadoras paso a paso de Ecuaciones Diferenciales. Una propuesta con Gamificación**

Miguel Ángel Hurtado Benavides  
DOI: 10.29151/reit.n4a4

50

## **Análisis de materiales reforzados para prototipado 3d**

Pedro Rodríguez Sandoval, María Isabel Arévalo Ramírez, Brallan Esteban Martínez Quiroga  
DOI: 10.29151/reit.n4a5

62

## **Experiencias de gamificación en contextos de educación remota sincrónica y educación superior**

Luis Fernando Rosas Arango, James Humberto Mantilla Gélvez, Claudia Patricia Mejía Villagrán  
DOI: 10.29151/reit.n4a6



# **Editorial**

## **¿Se interesan los jóvenes por las STEM?**

Claudia Patricia Mejía Villagrán  
cmejjav@unimonstrate.edu.co  
Fundación Universitaria Monserrate-Unimonstrate  
Escuela de Ingenierías y Tecnologías,  
Fundación Círculos Colombianos de Aprendizaje CIRCOAP  
DOI: 10.29151/reit.n4a1

En la actualidad, nos encontramos inmersos en una era impulsada por la tecnología, donde la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics, por sus siglas en inglés) desempeñan un papel fundamental en el desarrollo y progreso de la sociedad. Sin embargo, a pesar de la creciente importancia de estas disciplinas, surge la pregunta: ¿se interesan los jóvenes en estudiar áreas relacionadas con las STEM?

En muchos casos, el interés de los estudiantes por las STEM está influenciado por diversos factores, como la percepción de la dificultad, la falta de modelos a seguir o incluso estereotipos culturales. En algunas ocasiones, se percibe que las disciplinas STEM son abrumadoras o demasiado complicadas, lo que puede desalentar a algunos estudiantes desde el principio. La falta de comprensión sobre cómo estas disciplinas se aplican en la vida cotidiana también puede contribuir a la falta de interés. Además, la ausencia de modelos a seguir y la falta de representación de diversidad en la ingeniería y las STEM en general pueden influir en la percepción de los estudiantes.

Por otro lado, es esencial destacar los esfuerzos realizados para cambiar esta dinámica. Programas educativos, eventos y actividades extracurriculares están diseñados para despertar el interés de los estudiantes en STEM desde una edad temprana. La introducción de métodos de enseñanza más prácticos y centrados en la resolución de problemas también busca hacer que estas disciplinas sean más accesibles y atractivas.

Entendiendo la importancia de la ciencia y la tecnología en el contexto actual, la Escuela de Ingenierías y Tecnologías de la Fundación Universitaria Monserrate-Unimonserrate, y la Fundación CIRCOAP (Fundación Círculos Colombianos de Aprendizaje), unieron sus esfuerzos para fomentar el aprendizaje de áreas STEM en niños jóvenes y adultos donde a través del juego, retos, discusión, trabajo colaborativo, reflexión y muchos experimentos, se busca democratizar el aprendizaje en estas áreas.

Se han realizado a la fecha dos festivales en la sede Unión Social de Unimonserrate, donde las matemáticas, la robótica, la física, la química, la biología y la programación han sido las protagonistas. Mediante la metodología de círculos de aprendizaje de entre 4 y 10 personas orientados por un líder, se fomenta la cooperación en la resolución de un problema determinado.

Los círculos de aprendizaje buscan fomentar en los participantes el desarrollo del pensamiento lógico, matemático, algorítmico y científico utilizando una metodología mayéutica o de descubrimiento por sí mismo. En el aspecto psicológico, los círculos pretenden fortalecer la autoestima y empoderamiento de los participantes en temas relacionados con ciencia y tecnología, rompiendo con prejuicios existentes al respecto. Además, en el aspecto democrático, se

quiere extender los círculos de aprendizaje a la mayor variedad de público sin restricciones socioeconómicas, geográficas, de género o raciales, y buscando representar de la mejor forma la realidad del país.

En última instancia, es crucial fomentar una cultura educativa que celebre la diversidad y destaque la relevancia de las STEM en el mundo real. Mostrar cómo estas disciplinas pueden abordar desafíos globales, mejorar la calidad de vida y crear oportunidades emocionantes puede inspirar a más estudiantes a explorar estos campos.

En conclusión, la creación de un entorno educativo inclusivo, la presentación de modelos a seguir diversos y la demostración de la aplicabilidad práctica de estas disciplinas son pasos fundamentales para cultivar un mayor interés y participación en el fascinante mundo de las STEM.

The background of the entire page is a dark, teal-toned image. In the center, a wooden padlock is attached to a black computer keyboard. The background is filled with glowing blue digital elements, including a network of lines and nodes in the bottom left, and large, semi-transparent letters 'L', 'O', 'N', 'O' stacked vertically on the right side. The overall aesthetic is futuristic and technological.

## **La evolución de los computadores, transformado el mundo a través de la tecnología**

## **The evolution of computers, transfor- med the world through technology**

Mariella Gallo Montenegro  
mariellagallom@unimonserrate.edu.co  
Fundación Universitaria Monserrate-Unimonserrate  
Bogotá, Colombia  
DOI: 10.29151/reit.n4a2

## Resumen

La evolución de los computadores ha sido un proceso fascinante, que abarca desde el ábaco hasta los dispositivos electrónicos avanzados que se utilizan en la actualidad. En los inicios, los computadores solo eran una abstracción lejana que no afectaba la vida cotidiana de las personas. Sin embargo, con el tiempo estos se fueron transformando en las poderosas máquinas de procesamiento y comunicación que conocemos en la actualidad.

La evolución de los computadores comienza con los esfuerzos visionarios de pioneros como Charles Babbage hasta Steve Jobs. Desde la fabricación de los tubos de vacío, pasando por las máquinas enormes de ENIAC, hasta los supercomputadores de hoy en día. Luego, el surgimiento del internet cambió radicalmente el panorama permitiendo una conexión global. Otros de los grandes avances han sido las nuevas disciplinas que se han creado como el internet de las cosas, la computación cuántica, los robots, la realidad aumentada, entre otros. Estas nuevas disciplinas permiten optimizar tareas y reemplazar trabajos que impliquen alto riesgo para el hombre. Cabe resaltar que, como sociedad, debemos hacernos las preguntas éticas concernientes, establecer las políticas adecuadas de privacidad y garantizar la seguridad tanto a nivel laboral como personal de la población, para garantizar que los avances tecnológicos sean para el beneficio de todos.

**Palabras claves:** Tecnología, Internet de las cosas, Robótica, Ciberseguridad

## Abstract

The evolution of computers has been a fascinating process, ranging from the abacus to the advanced electronic devices in use today. In the early days, computers were just a distant abstraction that did not affect people's daily lives. However, over time these were transformed into the powerful processing and communication machines that we know today.

The evolution of computers begins with the visionary efforts of pioneers from Charles Babbage to Steve Jobs. From the manufacture of vacuum tubes, through the enormous machines of ENIAC, to the supercomputers of today. Then, the advent of the internet radically changed the landscape allowing a global connection. Other great advances have been the new disciplines that have been created such as the internet of things, quantum computing, robots, augmented reality, among others. These new disciplines make it possible to optimize tasks and replace jobs that imply a high risk for man. It should be noted that, as a society, we must ask ourselves the relevant ethical questions, establish adequate privacy policies, and guarantee security at both the work and personal levels of the population, to guarantee that technological advances are for the benefit of all.

**Key word:** Technology, internet of things, robotics, cybersecurity

## Introducción

Desde su invención hasta el día de hoy los computadores han tenido un gran papel en el desarrollo de la vida en la sociedad, han cambiado de una forma significativa nuestras vidas en muchos aspectos; tales como la forma de vivir, nuestro trabajo y las formas de comunicación. Esta evolución de los computadores y de la tecnología ha sido de gran importancia para la transformación del mundo en las últimas seis décadas generando cambios importantes en la sociedad, en la economía, las comunicaciones, en la educación y muchos más aspectos de la vida.

Este proceso se ha evidenciado con las primeras calculadoras llegando hasta los poderosos superordenadores y el infaltable móvil que ha revolucionado de una forma vertiginosa nuestras vidas, lo cual demuestra el gran ingenio de la humanidad en busca de soluciones para mejorar los procesos de la vida cotidiana (Castell, 2000).

En este artículo se tendrá en cuenta los orígenes de los computadores, remontándonos al pasado donde se encuentran las primeras huellas de la computación, se estudiará los avances claves como el telar de Jacquard y la máquina analítica de Babbage que abrieron el camino de los primeros computadores del siglo XX.

Otro de los aportes en la evolución de los computadores son los mainframes y los computadores personales que ha sido de gran importancia para democratizar el acceso a la tecnología. El avance en los microcomputadores, el hardware y software ha permitido que los computadores sean más poderosos, más compactos y accesibles a las masas por su valor comercial cada día más bajo, hay que destacar que esta evolución ha permitido el desarrollo de aplicaciones y programas más complejos como la inteligencia artificial, el big data, las simulaciones, entre otros, generando grandes cambios.

Uno de los grandes impactos de la evolución de la computación se puede evidenciar notablemente en las telecomunicaciones, esto hace que la comunicación global sea más eficiente en tiempo real y se aprovechen más los recursos y los servicios en línea. La llegada del internet y las redes sociales ha revolucionado la forma en que las personas interactúan y se conectan entre sí, desde cualquier parte del mundo, accediendo a la información lo cual permite la difusión de ideas y noticias al instante (Cardeñosa, 2006).

En el ámbito económico, esta evolución de los computadores y la tecnología ha permitido cambiar la forma de manejar los negocios y la productividad con la digitalización y la automatización de tareas. La inteligencia artificial, el big data ha permitido el análisis predictivo mejorando la toma de decisiones empresariales y optimización de procesos, lo cual genera métodos más rápidos

evitando las acciones repetitivas y mejorando la eficiencia en diversas industrias. Otro aspecto importante es que el comercio electrónico ha abierto nuevas oportunidades para las empresas accediendo a audiencias internacionales con facilidad.

Otro progreso importante de la evolución de los computadores y la tecnología es el avance de la ciencia y la investigación, ya que han permitido simulaciones complejas, modelar fenómenos científicos acelerando los procesos de descubrimiento en áreas como la medicina, la biología, la astronomía y muchas más disciplinas. El uso de la telemedicina ha mejorado el acceso a la atención médica en áreas remotas y la cirugía robótica ha mejorado la precisión de procesos quirúrgicos. Además, el análisis de datos en salud ha llevado a una medicina personalizada, mejorando los resultados para los pacientes (Topol, 2019).

También ha tenido un gran aporte en la educación permitiendo acceder a la profesionalización en línea, permitiendo la educación virtual. Los recursos digitales y las plataformas de enseñanza han hecho que el conocimiento sea más accesible y flexible. Otro aspecto importante ha sido la realidad virtual y aumentada han enriquecido la experiencia educativa ofreciendo oportunidades para la simulación y el aprendizaje práctico.

Otro de los aspectos que han sido impactados por esta revolución tecnológica, es la industria del entretenimiento. La digitalización, el acceso a internet y el desarrollo de dispositivos móviles han permitido que las películas, la televisión, los videojuegos, la música están fácilmente accesibles a través de las plataformas de streaming, descargas digitales y servicios en línea bajo demanda (Brynjolfsson, 2014).

La experiencia de ver películas y series de televisión han sido transportadas por la tecnología, el cine ha adoptado proyecciones en 3D y sistemas de sonidos envolventes, el auge del binge-watching, donde el espectador puede ver múltiples episodios de unas series de una sola vez.

La industria de los videojuegos ha sido también beneficiada por la tecnología, los gráficos, procesamiento, los juegos móviles y conectividad en línea han permitido experiencias de juegos más realistas y que involucran multijugadores que pueden estar conectados en cualquier parte del mundo (Lozt, 2017).

## Marco Teórico

La evolución de los computadores ha sido un proceso rápido e interesante a lo largo de su historia, pero hay que destacar que esta revolución tecnológica no se hubiera podido llevar a cabo si no es por el ingenio y la creatividad de

muchos hombres y mujeres que por su visión y dedicación han transformado la manera de interactuar con el mundo, indagaremos las contribuciones revolucionarias de los pioneros más destacados (Varios autores, 2009).

Uno de los primeros pioneros fue el Matemático, e ingeniero británico Charles Babbage, quien diseñó la Máquina Analítica (1837), considerado como uno de los padres de los computadores, aunque nunca se completó la máquina, pero estableció las bases para los conceptos fundamentales de la computación moderna como el almacenamiento de datos y las tarjetas perforadas. Su trabajo sentó las bases teóricas de la computación (Swade, 1994).

Alan Turing nació en 1912 en Londres. Fue matemático y lógico, su aporte en el desarrollo de la ciencia de la computación fue muy valioso. Durante la segunda guerra mundial descifró códigos alemanes utilizando la Máquina Enigma y abrió el camino para la primera computadora electrónica programable, el Colossus. Su contribución más importante fue el concepto de una máquina universal conocida como la máquina de Turing, esta proporcionó los fundamentos teóricos para los computadores modernos y la inteligencia artificial (Hodges, 1983).

Grace Hopper fue la reina de la codificación. Apodada “Amazing de la Codificación”, fue pionera de la programación y una de las primeras programadoras de Harvard Mark I, uno de los primeros ordenadores electrónicos, fue la pionera de los compiladores, un programa que traduce el código fuente, escrito por los humanos a lenguaje de máquina que pudieran entender las computadoras, lo cual abrió el camino para la creación de lenguajes de programación y revolucionó la forma en que interactuamos con los computadores. También se le abona que fue la primera defensora del software abierto, ella decía que el conocimiento hay que compartirlo para el progreso tecnológico, otros de sus grandes aportes fue la creación del cobol (uno de los primeros lenguajes de programación) (Williams, 2006).

John Von Neumann: el matemático y científico húngaro que hizo grandes contribuciones a la matemática, la física cuántica y la economía. Su aporte más valioso fue formular la arquitectura de Von Neumann, una estructura que se convirtió en el modelo básico para el diseño de la computación, la cual separa las instrucciones del programa y los datos de la memoria, también hizo una contribución muy valiosa en la teoría de los juegos, una rama de las matemáticas que se ocupa de la toma de decisiones. También aportó a la física nuclear en la Segunda Guerra Mundial en el proyecto Manhattan (Programa de investigación y desarrollo que se llevó a cabo en la Segunda Guerra Mundial para crear la primera bomba atómica). Fue profesor en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, Nueva Jersey, donde colaboró con intelectuales destacados, incluido Albert Einstein (Millán, 2001).

Ada Lovelace es ampliamente conocida como la primera programadora en la historia, trabajó con Charles Babbage en la Máquina Analítica. Lovelace comprendió que esta máquina podría hacer operaciones más allá que cálculos matemáticos, e imaginó cómo podría programarse tareas complejas. Ella realiza el primer algoritmo para ser procesado por una máquina, lo cual la convirtió en una visionaria y pionera de la programación (Essinger,2016).

Joseph Marie Jacquard fue un inventor francés conocido principalmente por su invención del telar Jacquard, una máquina revolucionaria que automatizaba el proceso del tejido y produce patrones complejos en telas de forma más eficiente. Se basaba en tarjetas perforadas estas actuaban como programas de instrucciones y se podían cambiar para crear diferentes patrones en las telas esto hizo que el proceso del tejido fuera más fácil y accesible, e impactó notablemente en la industria textil. La tecnología del telar de Jacquard se convirtió en un precursor para el desarrollo de la informática y la computación. De hecho, el matemático Babbage se inspiró en las tarjetas perforadas del telar de Jacquard para diseñar la “máquina analítica” (Essinger, 2011).

J. Presper Eckert y Jhon W. Mauchly. Estos dos destacados ingenieros y científicos estadounidenses que desempeñaron un papel importante en el desarrollo de la computación fundaron la empresa Eckert-Mauchly Computer Corporation y el diseño del primer computador de propósito general conocido como ENIAC ((Electronic Numerical Integrator and Computer), uno de los primeros computadores digitales, el cual utilizaba válvulas de vacío para hacer cálculos complejos y fue utilizada especialmente para aplicaciones científicas y militares. Tuvo un impacto significativo en el campo de la tecnología y se considera el primer computador electrónico de gran escala. (Rojas, 2006).

Konrad Zuse. Ingeniero alemán es conocido por diseñar y construir la primera computadora programable en el mundo como la Z1, y por su trabajo en la creación de otros modelos de computador como el Z3, computadoras programable completamente automática y controlada por programas almacenados. Su contribución a la computación y tecnología fue fundamental para el desarrollo de los computadores modernos (Zuse, 1993).

Gordon Moore era un ingeniero, doctor en física y química, y cofundador de Intel Corporation, una de las compañías líderes en la industria de semiconductores y tecnología informática. Conocido por formular la Ley de Moore, la cual enuncia que la capacidad del procesamiento de los microprocesadores se duplicaría aproximadamente cada dos años (Mann, 2005).

Stephen Gary Wozniak, también conocido como Woz, es ingeniero de computadores, programador. En 1976 cofundó Apple Inc. junto con Steve Jobs. Comenzó a desarrollar Apple I fue la primera computadora lanzada por Apple y fue pionero del diseño de Apple II, conocida como una de los primeros micro-

computadores de gran éxito para la compañía Apple. Wozniak fue el CL9 y creó el primer control remoto programable (Escobar, 2012).

Tim Berners Lee, físico británico. Fue el padre de la World Wide Web. Científico de la computación, estableció la primera comunicación entre cliente y un servidor usando el protocolo HTTP. Creó la compañía World Wide Web (W3C) para supervisar y establecer el desarrollo de las tecnologías sobre las que se fundamentaron la Web para el funcionamiento de Internet.

Para distribuir e intercambiar información, Berners-Lee desarrolló las ideas fundamentales que estructuran la Web. Él y su equipo de trabajo y propusieron un sistema de gestión de información basado en hipertexto que se convirtió en la Web moderna y crearon:

- El lenguaje HTML (HiperText Markup Lenguaje) o lenguajes de etiquetas de Hiper texto.
- El Protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol) o Protocolo de transferencia de Hipertexto.
- URL (Uniform Resource Locator) O sistema de localización de objetos en la red.

Su invención permitió la creación de sitios Web, enlaces y navegadores, lo cual abrió las puertas a una era de interconexión global sin precedentes transformando la forma en que accedemos al conocimiento y nos comunicamos en línea (Joyanes, 29012).

Steve Jobs fue un visionario emprendedor, pionero en la industria de la informática que innovó en la forma de interactuar con los dispositivos electrónicos, revolucionó la tecnología y el diseño. Junto con su amigo Steve Wozniak crearon Apple Computer Inc. en el garaje de la casa. Allí se inició la empresa que marcaría un hito en la historia de la tecnología impactando en la informática, en la música, en la telefonía y en el diseño. El lanzamiento de Apple I y Apple II marcaron el inicio de la revolución de las computadoras personales, decía que la tecnología debería ser funcional, hermosa y fácil de usar, lo cual marco un enfoque en el diseño y la estética estableciendo un estándar en la industria.

Fundó Next Computer y Pixar Animation Studios lo cual demostró su capacidad para innovar en diversos campos, tales como la animación con la creación de la película "Toy Story" que consolidó su posición como líder creativo en el mundo del entretenimiento. Su regreso a la empresa marcó una era dorada dentro de Apple ya que se hizo el lanzamiento del iPod, del iPhone y el iPad con los que revolucionaron la música, las comunicaciones y la informática personal. Comenzaría una nueva era del teléfono inteligente donde se tendrá en

un solo dispositivo música, fotografía, conexión a internet y entretenimiento entre otros. Su partida en 2011 dejó un gran vacío en la industria tecnológica, sin embargo, su legado sigue vivo a través de los productos que creó. Steve demostró que su perseverancia, pasión, visión y determinación pueden cambiar el mundo (Banayan, 2018)

Mark Zuckerberg es visionario de las redes sociales, fundador y CEO de Facebook, una de las redes más influyentes del mundo. Muy joven, creó un programa de mensajería instantánea que comunicaba la familia en toda la casa llamado “Zuck Net”. Luego en la universidad siendo estudiante creó “The Facebook” como una plataforma para que los estudiantes se comunicaran rápidamente; la idea se extendió a otras instituciones educativas y luego a todo el mundo convirtiéndose en Facebook. A pesar de las críticas por la privacidad y la seguridad de la información, Zuckerberg se mantiene firme en su compromiso de mejorar y expandir Facebook. También adquirió otras empresas de comunicación instantáneas como Instagram y WhatsApp. Su visión se ha expandido al desarrollo de nuevas tecnologías como la realidad virtual y la inteligencia artificial, donde según él cambiará la forma de comunicarnos y experimentar el mundo (Barcelo, 2008).

Jeff Bezos es un visionario del comercio electrónico y la innovación tecnológica. Fundador y CEO de Amazon. Siendo trabajador en Wall Street adquirió experiencia con las finanzas y vio el potencial del comercio electrónico creando una tienda de libros llamada Amazon.com., la cual fue un gran éxito. Él no se limitó solamente a vender libros en línea sino otro tipo de productos mostrando que esta experiencia de compra era muy conveniente para los usuarios. Bezos también sentó las bases para la fidelización de los clientes y la creación de un ecosistema integrado de servicios (Stone, 2014).

Bill Gates es cofundador de Microsoft y uno de los filántropos más influyentes del mundo. Otro visionario que ha dejado una huella imborrable en la tecnología y defensor de la desigualdad global. Junto con su amigo Paul Allen fundaron Microsoft. El deseo de Bill era poner un computador en cada casa y oficina de esta manera creó MS-DOS convirtiéndose en el pilar fundamental de la industria informática. El lanzamiento de Windows gráfico desarrollado por Microsoft fue un hito que revolucionó la informática personal y de oficina, a raíz de todos estos aportes su fortuna creció exponencialmente.

Dejó el cargo de CEO de la empresa y se convirtió en uno de los filántropos más importantes del mundo abordando problemas globales como la salud, la educación y la pobreza a través de la fundación llamada “Bill y Melinda Gates”, creada junto con su esposa. Una de las actividades más notables en la fundación es la lucha contra la malaria y el polio.

También hay que destacar que la evolución de los computadores ha generado múltiples disciplinas que han sido un gran avance y ayuda para la vida humana en todos los aspectos. Detallaremos algunos de ellos (Banayan, 2018).

**Ciencia de datos:** es la disciplina que se ocupa del estudio de los grandes volúmenes de información o datos que combina métodos, técnicas, algoritmos, herramientas de análisis de datos, estadística, matemáticas e informática para extraer conocimientos, patrones y tendencias. Es una disciplina fundamental en la era de la información ya que permite analizar, interpretar y utilizar los datos de manera eficiente para la toma de decisiones (Hernández, 2017).

**Inteligencia Artificial:** Es una disciplina que busca adaptar las máquinas para que se comporten como un ser humano, como el hecho de pensar, aprender y procesar grandes volúmenes de datos para la toma de decisiones, estableciendo patrones que pueda imitar. Uno de los objetivos de la inteligencia artificial es el aprendizaje autónomo “Machine Learning”, esto significa que la máquina mejorará su desempeño en la medida que se le ingrese más información.

La inteligencia artificial tiene aplicación en diversos campos como la industria automotriz donde se trabaja en carros autónomos, en la medicina donde se utiliza para diagnosticar enfermedades para realizar operaciones de alto riesgo, en la industria del entretenimiento con los asistentes como Siri y Alexa. Una de las grandes desventajas de la inteligencia artificial se plantea en desafíos éticos y sociales, en la privacidad y la seguridad de los datos, el impacto que tendrá en el futuro con el empleo, pero no hay que dudar que será una aliada valiosa en el progreso de la humanidad (Rocha, 2019).

**Realidad virtual:** esta disciplina crea mundos virtuales donde el usuario se sumerge en un entorno simulado, que le permite interactuar con él, llevándolo a un mundo como si fuera real; esto lo realiza conectándose con dispositivos especiales tales como cascos o gafas. Estos dispositivos los llevan a entornos tridimensionales donde pueden manipular objetos y realizar acciones dentro de ellos. Esta disciplina se puede aplicar en muchos campos como la medicina, la educación, la industria, en el campo del entretenimiento, todo esto gracias a los avances del hardware y software. A medida que esta disciplina avance se verá más aplicaciones innovadoras y beneficiosas para la sociedad (Martínez, 2020).

**Internet de las cosas:** esta disciplina es una de las revoluciones con más tendencias tecnológicas que permite conectar dispositivos cotidianos a través de internet, el propósito es que los dispositivos se comuniquen y compartan información en tiempo real para tomar decisiones y automatizar procesos para mejorar la eficiencia, la calidad y la comodidad de la vida de las personas. Uno de los ejemplos más comunes son los hogares inteligentes donde se conectan toda clase de aparatos electrodomésticos, termostatos, luces, cerraduras, etc., los cuales pueden ser controlados desde el móvil. Otro ámbito es el monitoreo

de la salud permitiendo a médicos y pacientes estar supervisando datos vitales, lo que mejorará el diagnóstico y los tratamientos. Sin embargo, todas estas tecnologías tienen su talón de Aquiles como la seguridad y la privacidad de la información con ataques cibernéticos los cuales están de muy de moda en la actualidad (Castañeda, 2018)

Computación en la nube: también conocida como “cloud computing”, esta disciplina es un tipo de servicio tecnológico a través de internet donde los usuarios pueden almacenar los datos ya que con el uso de internet y de las diferentes aplicaciones se genera cada día grandes volúmenes de información, permite el acceso a aplicaciones y almacenamiento de datos a través de la nube, que es una red de servicios remotos, donde se evita la administración y mantener servicios y recursos físicos que serían demasiado costosos e inseguros. Los beneficios son la escalabilidad y flexibilidad donde el usuario puede aumentar o disminuir sus recursos, y una de las grandes ventajas es poder acceder a los servicios desde cualquier lugar con cualquier dispositivo; lo importante es estar conectado a internet (esto mejora la seguridad, la movilidad, la accesibilidad, la actualización y la colaboración en tiempo real o en línea de los datos o la información que se esté consultando) (Joyanes, 2012).

Computación cuántica: esta disciplina busca aprovechar los principios de la mecánica cuántica para manipular y procesar de manera más eficiente los sistemas clásicos. A diferencia de la computación tradicional que se basa en bits que hace referencia a valores cero o uno, la computación cuántica se basa en qubits (un qubits, abreviatura de “quantum bit”, es la unidad fundamental de información en la computación cuántica) mientras los sistemas tradicionales pueden representar valores cero o uno, a diferencia de la computación cuántica se puede estar en una superposición de cero y uno al mismo tiempo, esto permite realizar cálculos en paralelo y resolver problemas de forma más eficiente y resolver problemas complejos de manera más rápida y dar soluciones simultáneamente optimizando el análisis de grandes conjuntos de datos y la criptografía. Es una disciplina que se está desarrollando, ha demostrado un gran potencial que dará soluciones a problemas complejos que no pueden ser abordados con la computación tradicional (Hecht, 2012).

Seguridad informática: con el crecimiento exponencial que ha tenido la tecnología y la interconexión global, la seguridad informática se ha convertido una de las disciplinas más cruciales para proteger y salvaguardar la integridad, la privacidad y la disponibilidad de la información en diferentes aspectos como el personal y de las grandes empresas que manejan enormes volúmenes de datos, ya que en la actualidad la información y los datos tienen cada vez mayor valor. Esta protección de la información y los datos implica la implementación de medidas y políticas que previenen, detectan y responden a posibles amenazas (como el malware), los ataques de denegación de servicios (DoS), el phishing y el robo de datos. Para estos ataques se utilizan soluciones como firewalls, siste-

mas de detección de intrusos, autenticación de cifrado de datos y capacitación de usuarios en seguridad. Es importante estar al tanto de las nuevas tendencias para la seguridad informática (Caballero, 2019).

Realidad aumentada: esta disciplina combina elementos del mundo real con elementos virtuales, los usuarios pueden interactuar con objetos y contenido digital superpuestos en un entorno físico, utiliza la información del entorno como ubicación y la orientación para proyectar elementos virtuales en tiempo real y hacer que parezcan del mundo real. Esta experiencia se puede vivenciar a través de teléfonos inteligentes, tablets o gafas especiales. Es una disciplina que ha tenido un impacto significativo en diferentes campos como el entretenimiento y los videojuegos como Pokemon Go, con éxito a nivel mundial, y en espectáculos donde se proyectan efectos digitales especiales en escenarios reales; en el ámbito educativo, los estudiantes pueden ver modelos en 3D para tener un aprendizaje interactivo, explorando en detalle un cuerpo humano o participar en laboratorios virtuales comprendiendo conceptos abstractos que antes no se podría ver en condiciones normales; en la medicina, se utiliza para mejorar la precisión de las cirugías, donde el médico visualiza estructuras internas en tiempo real mientras opera, también en la recuperación de pacientes donde realizan ejercicios virtuales (Martínez, 2020).

Cabe mencionar que la realidad virtual y la realidad aumentada son conceptos totalmente opuestos en la realidad virtual se oculta el entorno y solo permite ver el contenido digital no se puede ver lo de adelante ni lo de los lados mientras la realidad aumenta superpone el contenido digital a lo que tienes en tu entorno real, esta no necesita ocultar nada.

Ingeniería del software: es un enfoque científico para el diseño desarrollo, pruebas y mantenimiento del software, su objetivo principal es crear software de alta calidad que cumpla con los requerimientos del cliente que sean fáciles de manejar, amigables con el usuario, de fácil mantenimiento, que estén libres de errores y defectos, es decir producir un software de alta calidad y garantizar seguridad del software producido, esto es posible tras pruebas rigurosas para verificar su correcto funcionamiento.

Esta ingeniería del software se aplica a cualquier tipo de sistema de información; se aplica a la informática, a los ordenadores, a la tecnología intranet/internet, a la empresa, a la investigación científica, a la medicina, la fabricación, la logística, la banca, el control del tráfico, a la meteorología, entre otros campos donde se requiera un software específico (Pressman, 2020).

Robótica: es una disciplina que se enfoca en la fabricación de robots automáticos o semiautomáticos que pueden realizar tareas de forma autónoma o controlados por el humano. El robot ha tenido un gran impacto en la industria y campos, la manufactura, la medicina, la exploración espacial, la agricultura,

la logística y en muchos aspectos donde se deben realizar tareas repetitivas y peligrosas. Esto ha aumentado la eficiencia y reduce el riesgo de accidentes fatales, protegiendo la vida de los trabajadores.

El robot es otro de los grandes avances de la tecnología, pues está presente en muchos ámbitos de la vida moderna. Aparecen desde el cuidado de la salud hasta la interacción social, donde también ha avanzado en la asistencia ya que se utilizan para el cuidado de personas mayores y con discapacidad. En la medicina han facilitado la realización de cirugías precisas y mínimamente invasivas. Existen los robots domésticos para la limpieza y mantenimiento del hogar, por ejemplo. En la actualidad también se usan robots comerciales e industriales, que es el campo que más ha dejado huella por su eficiencia y precisión lo cual ha aumentado la producción y ha bajado costos.

Los robots utilizan sensores y algoritmos de inteligencia artificial, abarcan un amplio espectro desde la inteligencia artificial, la ingeniería mecánica, la electrónica y la programación, entre otros. Otro campo en que han impactado los asistentes virtuales (chatbots) se han vuelto comunes en asistencia a clientes y la interacción en línea. La inteligencia artificial ha sido un catalizador para el avance de la robótica, la capacidad de aprender y adaptarse a nuevas situaciones ha ampliado sus posibilidades (Rocha, 2019).

### **3. Conclusiones**

En definitiva, la evolución de los computadores representa un testimonio del ingenio, la visión del ser humano y la capacidad de innovar evidenciados en la construcción de las máquinas mecánicas del siglo pasado hasta los sistemas de cómputo cuántico en la actualidad.

A medida que los engranajes mecánicos se convirtieron en circuitos integrados, el acceso a la información y la automatización de tareas complejas, ha dejado una marca imborrable en nuestras vidas. El futuro de la computación se vislumbra prometedor a medida que las capacidades informáticas continúan expandiéndose. Cabe resaltar que, como sociedad, debemos hacernos las preguntas éticas concernientes, establecer las políticas adecuadas de privacidad y garantizar la seguridad tanto a nivel laboral como personal de la población, para garantizar que los avances tecnológicos sean para el beneficio de todos.

## Referencias

Asimov, I. C. (1998). *El ordenador: Historia de la revolución*. Editorial Martínez Roca.

Banayan, A. 2018. *La tercera puerta. En busca del secreto de Bill Gates, Steven Spielberg y Lady Gaga*. Grupo Editorial España.

Barceló, M. 2008. *Una historia de la informática*. Editorial UOC.

Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2014). *La segunda era de las máquinas: Trabajo, progreso y prosperidad en una época de brillantez tecnológica*. Deusto.

Caballero, V. M. A., Cilleros, S. D. (2019). *Ciberseguridad y transformación digital: Cloud, Identidad Digital, Blockchain, Agile, Inteligencia Artificial*. Editorial Anaya Multimedia.

Cardeñosa, J. (2006). *Historia de la informática: desde la antigüedad hasta nuestros días*. Ediciones Cátedra.

Castañeda, L. P., y Muñoz, C. A. (2018). *Internet de las cosas: estado del arte, retos y oportunidades*. ECBTI.

Castells, M. (2000). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura*. Siglo XXI Editores.

Dijck, J. V. 2016. *La cultura de la conectividad: Una historia crítica de las redes sociales*. Siglo XXI.

Dyson, G. 2015. *La cátedra de Turing*. Debate.

Escobar, M. 2012. *Los doce legados de Steve Jobs*. LID Editorial Empresarial.

Essinger, J. 2004. *Jacquard's web. How a hand loom led to the birth of the information age.* Oxford.

Essinger, J. 2016. *El algoritmo Ada: la vida de Ada Lovelace, hija de lord.* Editorial Alba Trayectos.

Garfinkel, S.L. (2000). *Breve historia de la informática.* Alianza Editorial.

Hecht, J. P. (2012). *Fundamentos de computación cuántica: orientado a la cristología teórica.* Editorial Académica Española.

Hernández, R., Quiroz, M., y Salazar, A. (2017). *Ciencia de datos para principiantes: Conceptos y aplicaciones prácticas.* Ediciones Universidad Católica de Chile.

Hodges, A. (1983). *Alan Turing: The Enigma.* Simon & Schuster.

Joyanes, A. L., (2012). *Computación en la nube. Estrategias del cloud computing en las empresas.* Editorial Alfaomega.

Lozt, A. D. (2017). *Portals: A Treatise on Internet-Distributed Television.* University Of Michigan Press.

Mahoney, M. S. (2011). *La historia de la computación.* Editorial Critica.

Mann, C. C. (2005). *La historian secreta del chip.* Tunner.

Martínez, J. M. (2018). *Realidad virtual y realidad aumentada.* Editorial RA-MA.

Martínez, J.M., Navarro F. y Martínez, A. (2020). *Realidad virtual y realidad aumentada.* Editorial RA-MA.

Millán A. M. y Israel G. (2001). *El mundo como un juego matemático. John Von Neumann, un científico del siglo XX.* Nivola.

Pressman, R. S., y Maxim, B. R. (2020). *Ingeniería del Software: un enfoque*

*práctico*. McGraw-Hill Educación.

Rocha, D. A. (2019). *Robótica: Diseño y aplicación*. Editorial Marcombo.

Rodríguez, R., y Pérez, P. (2019). *Inteligencia artificial: Conceptos, herramientas y aplicaciones*. Editorial Tecnos.

Rojas, R. (2006). *Historia de la computación*. Editorial Akal.

Sánchez, J.M. (2003). El sueño de Von Neumann y la realidad de Freud. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 85, 77-87. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0211-57352003000100005](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0211-57352003000100005)

Siemens, G. y Long, P. (2011). *Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education*. Educase Review.

Stone, B. (2014). *La tienda de los sueños. Jeff Bezos y la era del Amazon*. Anaya Multimedia.

Swad, D.D. (1994). La computadora mecánica de Charles Babbage. *Investigación y Ciencia*, 199, 66-71. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=223388>

Topol, E.J. (2019). *Medicina profunda: como la inteligencia artificial puede hacer que la atención médica vuelva a ser humana*. Editorial Critica.

Varios autores. (2009). *La historia de la Informática*. Editorial UOC.

Williams, K. (2009). *Grace Hopper: Admiral of the Cyber Sea*". Naval Institute Press.

Zuse, K. (1993). *The computer - My life*. Springer-Verlag.



**El uso de proteínas sintéticas en el aumento de masa muscular para deportistas de alto rendimiento: una revisión a la literatura**

**The use of synthetic proteins to increase muscle mass for high-performance athletes: a review of the literature**

Anyi Dayana Jiménez Bernal  
andjimenezbe@unimonserrate.edu.co  
Fundación Universitaria Monserrate, Unimonserrate  
DOI: 10.29151/reit.n4a3

## Resumen

Hay diversos entornos en los que las personas pueden ejercitar su actividad física: en sus casas, al aire libre y/o en centros de acondicionamiento como los gimnasios. Cada vez son más las personas que acuden a los gimnasios en la actualidad, con el propósito de cuidar de su salud y mejorar su imagen a través de ejercicios de alta intensidad que demandan levantar una cantidad importante de peso y requieren una ingesta de macronutrientes (carbohidratos, lípidos y proteínas) más alta con respecto al requerimiento promedio, para lograr un aumento en su masa muscular (hipertrofia). Pese a que los requerimientos de proteína se pueden adquirir a través de la alimentación, cada vez son más las personas que recurren a consumir suplementos proteicos para alcanzar los requerimientos diarios de proteína. En el presente artículo se hizo una revisión de la literatura acerca del efecto que genera el consumo de suplementos proteicos en la hipertrofia muscular.

**Palabras claves:** masa muscular, proteína, suplemento proteico, resistencia muscular

## Abstract

There are different environments where people can do physical activity: at home, outdoors and in fitness centers such as gyms. Currently, more people go to gyms with the purpose of taking care of their health and improving their image through high-intensity exercises that require lifting a significant amount of weight and require an intake of macronutrients (carbohydrates, lipids and proteins) higher with respect to the average requirement, to achieve an increase in muscle mass (hypertrophy); Although protein requirements can be acquired through diet, more and more people are consuming protein supplements to meet daily protein requirements. In this article, a literature review was made about the effect of the consumption of protein supplements on muscle hypertrophy.

**Key word:** muscle mass, protein, protein supplement, muscle endurance

## Introducción

El cuidado de la salud a través del ejercicio físico, es un tema que interesa cada vez a más personas en el mundo, ya sea por razones de bienestar corporal, salud mental, autoestima y/o estética. En Colombia funcionan alrededor de unos 1.500 gimnasios, y se ha tenido un crecimiento de aproximadamente 460.000 afiliados en los diferentes gimnasios (Pacheco y Márquez, 2021). Al realizar ejercicio físico de forma recurrente y de alta intensidad, los requerimientos de nutrientes para el metabolismo llegan a distar de las cantidades normales recomendadas en personas que no realizan ninguna actividad física. En ese sentido, el requerimiento promedio diario de ingesta de proteína es de 0,8 g de proteína/kg/día de peso en adultos, mientras que para las personas que realizan actividad física intensa puede llegar a ser de 1,4 a 2,0 g de proteína /kg/día (Samal y Samal, 2018).

Pese a que los requerimientos nutricionales de proteína se pueden obtener naturalmente, a través de la alimentación, cada vez son más las personas deciden tomar suplementos alimenticios para alcanzar los requerimientos diarios y así desarrollar hipertrofia muscular; así lo demuestra un estudio realizado por el diario La República para 2023, donde se encontró que, después de Brasil, Colombia es el país que más consume suplementos alimenticios en Latinoamérica, pues el 45% de los colombianos que practican deporte consumen calcio y proteína como suplementos dietarios, con el fin de alcanzar los requerimientos diarios de macronutrientes, ayudar en la recuperación muscular post-entrenamiento, aumentar la masa muscular y mejorar el rendimiento físico.

En este artículo se busca explorar la evidencia científica existente para responder si estos suplementos proteicos contribuyen a la formación de masa muscular. Además de los efectos en la salud que pueden producirse debido al consumo desmedido y sin supervisión médica de los mismos, en las personas que practican deporte activamente.

## 2. Metodología

Se realizó una búsqueda de información con respecto al uso de suplementos proteicos en relación con el aumento de masa muscular. Para ello, se tuvo en cuenta palabras clave relacionadas con el estudio en cuestión. Como se muestra en la figura 1, se consultó en bases de datos tales como: Scielo, Scopus, Google Scholar y PubMed.



**Figura 1.** Porcentaje de referencias consultadas en diferentes bases de datos.

**Fuente:** elaboración propia



**Figura 2.** Porcentaje de temas de estudio en las fuentes consultadas

**Fuente:** elaboración propia

En la figura 2 se observa que se consultaron principalmente artículos que estudiaron el efecto de los suplementos en la hipertrofia muscular, pero, además, también se encontraron distintas fuentes en las que analizaron el efecto del contenido de aminoácidos en los suplementos proteicos.



**Figura 3.** Artículos seleccionados por año de publicación

**Fuente:** elaboración propia

En la figura 3 se observa que se consultaron en un mayor porcentaje artículos con publicación en 2021, 2019, 2018 y 2017.

### 3. Resultados y discusión

En las diferentes fuentes consultadas, se encontró que el consumo de suplementos proteicos se debe principalmente al deseo de un aumento en la masa muscular (hipertrofia), pero, además, los deportistas que los consumen, buscan mejorar su fuerza, rendimiento físico y acelerar la recuperación post-entrenamiento (Rabassa y Palma, 2017).

Según Brestensky et al, 2019 recomiendan que el consumo diario de proteína para deportistas de que realizan ejercicio moderadamente sea de 1g de proteína/kg/día, mientras que para los que practican ejercicio de alta intensidad sea de entre 1,8g de proteína /kg/día hasta 2g de proteína/kg/día.

Diferentes estudios resaltan la importancia del control de calidad en los suplementos proteicos, pues es fundamental que estos cumplan con el valor nutricional que reportan en sus etiquetas, ya que no basta un contenido alto en proteína, sino que también, para que se dé la hipertrofia muscular el organismo requiere suplir los requerimientos de aminoácidos esenciales, los cuales se obtienen únicamente a través de la alimentación, como es el caso del aminoácido esencial leucina, se recomienda que por cada 25 gramos de proteína se tengan entre 2 y 3 gramos de este aminoácido (Dos Santos y de Oliveira, 2017).

Autor	Características	Período	Intervención	Resultado
Tejedor & Vásquez, 2021	Número de participantes: 35 Rango de edad: 59-77 años Sexo: masculino Número de participantes: Grupo 1: 10 Grupo 2: 13 Grupo 3: 12	10 semanas	Suplemento: 1 vez por día Grupo 1: Creatina 0,1g/kg+ proteínas 0,3g/kg Grupo 2: Creatina 0,1g/kg Grupo 3: Placebo	Grupo 1: aumenta 5,6% Grupo 2: aumenta 2,2% Grupo 1 aumento de fuerza muscular un 25% más que en el Grupo 2
Farup et al., 2019	Número de participantes: 22 Rango de edad: 22 – 24 Sexo: masculino	12 semanas	Suplemento: 1 vez: Grupo 1: 19,5g (proteína+ carbohidratos+ Leucina) Grupo 2: 39 g (carbohidratos)	El grupo 1 tuvo una mayor hipertrofia.

Huang, 2017	Número de participantes: 12 Rango de edad: 19-23 Sexo: masculino	5 semanas	Suplemento: 1 vez por día G1: Proteína de suero G2: Maltodextrina (Placebo)	Grupo 1: aumenta el Índice de Masa Corporal y reduce el porcentaje de grasa Grupo 2: No cambia significativamente
Joy et al, 2013	Número de participantes: 24 Rango de edad: 19-23 Sexo: masculino	8 semanas	Suplemento: 1 vez después del ejercicio G1: 48 g de proteína de suero de leche G2: 48 g de proteína de arroz	Grupo 1 y Grupo 2: Aumento de la fuerza y masa muscular. Disminuyó la grasa corporal
Hida,2012	Número de participantes:30 Rango de edad: 18-22 Sexo: femenino	8 semanas	Suplemento: 1 vez antes de entrenar G1: 15 g de proteína G2: 17,5 g carbohidrato	No hubo cambios en la masa ni en la resistencia muscular
Hulmi et al, 2009	Número: 31 Rango de edad: 19-23 Sexo: masculino	21 semanas	Suplemento: Grupo 1: 15g Proteína de suero antes y después del entrenamiento Grupo 2: 15 g carbohidratos antes y después del entrenamiento	Hipertrofia del 10% para el grupo que se le suministró proteína de suero, y del 7,5% para el que consumió únicamente

Tabla 1. Efectos del consumo de suplementos proteicos en diferentes períodos y tipos de contenido de suplemento

**Fuente:** elaboración propia.

Farup et al. (2019) realizaron un estudio con 22 hombres para determinar la efectividad del consumo de suplementos proteicos. Los participantes se dividieron en dos grupos: al primero, llamado WHD, le suministraron diariamente durante 12 semanas seguidas, 19,5 gramos de proteína de suero hidrolizada, la cual contenía leucina y un porcentaje importante de carbohidratos. Al segundo grupo en cuestión le suministraron, durante el mismo tiempo, 39 gramos de un placebo que contenía únicamente carbohidratos. Luego de 12 semanas, encontraron que el área de la sección transversal de los cuádriceps aumentó en un 7,3% para el grupo que consumió proteína, carbohidratos y leucina, y 3,4% para el grupo que consumió únicamente carbohidratos.

Así mismo, Hulmi et al. (2008) demostraron en un estudio realizado durante 21 semanas a 31 hombres a los que se les suministraron 15 gramos de proteína de suero antes y después del entrenamiento, tuvieron un mayor incremento en el área del vasto externo que a los que consumieron únicamente el placebo.

Existen fuentes de proteína de origen animal (suero, caseína, huevos, carne de res, pescado) y de origen vegetal (soja, arroz, guisantes). No obstante, las proteínas de origen vegetal suelen tener un menor porcentaje de aminoácidos, entre el 6% y el 8%, que las proteínas de origen animal (entre 8% y 10%). Sin embargo, si se incrementa el porcentaje de leucina a una proteína vegetal, esta tendría la misma efectividad en la síntesis de proteínas musculares que las proteínas de origen animal (Norton et al., 2009)

Así lo demuestran Joy et al. (2013), en el estudio que realizaron a 24 hombres de universidad, los cuales se dividieron en dos grupos. El primer grupo consumió 48 gramos de proteína de arroz durante ocho semanas, mientras que el segundo grupo consumió proteína de suero durante el mismo tiempo. Luego de ese tiempo, a pesar de que el suplemento proteico de arroz contenía aproximadamente 3,8 gramos de leucina por cada 48 gramos de suplemento, y el suplemento proteico de suero contenía 5,5 gramos de leucina, se halló que ambos demostraron tener la misma efectividad en la síntesis de proteínas musculares.

## 4. Conclusiones

- Si bien los suplementos proteicos tienen un efecto positivo en el aumento de la resistencia y la masa muscular, su efecto es aún mejor cuando se incluye en la ingesta aminoácidos ramificados como la leucina.
- Los suplementos de origen vegetal llegan a ser tan efectivos en el aumento de masa muscular como los suplementos de origen animal, siempre que el porcentaje de leucina sea alto.
- Los suplementos proteicos demuestran tener un efecto mayor en el incremento de la masa muscular.

## Referencias

Brestenský, M., Nitrayová, S., Patráš, P., y Nitray, J. (2019). Dietary requirements for proteins and amino acids in human nutrition. *Current Nutrition & Food Science*, 15(7), 638-645.

Dos Santos Quaresma, M. V. L., y de Oliveira, E. P. (2017). Proteína para síntese proteica e hipertrofia muscular de adultos: ¿quanto, quando e como consumir? *Arquivos de Ciências do Esporte*, 5(2). <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/aces/article/view/2099>

Farup J., Rahbek S.K., Vendelbo M.H., Matzon A., Hindhede J., Bejder A., Ringgard S., Vissing K. (2014). Whey protein hydrolysate augments tendon and muscle hypertrophy independent of resistance exercise contraction mode. *Scand J Med Sci Sports*. 24(5), 788-98. doi: 10.1111/sms.12083.

Hernández Cárdenas, L. (2019). *Efectos del consumo de suplementos proteicos y de carbohidratos en fisicoculturistas y/o deportistas de fuerza*. Universidad Nacional de Colombia.

Hida A., Hasegawa Y., Mekata Y., Usuda M., Masuda Y., Kawano H., Kawano Y. (2012). Effects of egg white protein supplementation on muscle strength and serum free amino acid concentrations. *Nutrients*, 4(10), 1504-17. doi: 10.3390/nu4101504. PMID: 23201768; PMCID: PMC3497008.

Huang W.C., Chang Y.C., Chen Y.M., Hsu Y.J., Huang C.C., Kan N.W., Chen S.S. (2017). Whey Protein Improves Marathon-Induced Injury and Exercise Performance in Elite Track Runners. *Int J Med Sci*, 14(7), 648-654. doi:10.7150/ijms.19584. PMID: 28824296; PMCID: PMC5562115.

Hulmi J.J., Kovanen V., Selänne H., Kraemer W.J., Häkkinen K., Mero A.A. Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. (2009). *Amino Acids*, 37(2), 297-308. doi: 10.1007/s00726-008-0150-6. Epub 2008 Jul 27. PMID: 18661258.

Kumar Samal, J.R. y Samal, I. (2018). Suplementos proteicos: pros y contras, *Journal of Dietary Supplements*, 15(3), 365-371, DOI:10.1080/19390211.2017.1353567

Joy, J.M., Lowery, R.P., Wilson, J.M. (2013). Los efectos de 8 semanas de suplementación con proteína de suero o arroz sobre la composición corporal y el rendimiento en el ejercicio. *Nutr J* 12(86), <https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-86>

Norton, L., y Wilson, G. J. (2009). Optimal protein intake to maximize muscle protein synthesis. *AgroFood industry hi-tech*, 20, 54-7.

Ospina, D. (2023). Casi 45% de la población colombiana ha consumido al menos una vez un suplemento. *La República*. <https://www.larepublica.co/empresas/consumo-de-suplementos-alimenticios-en-los-colombianos-3711620>

Pacheco Redondo, D. E., y Márquez Ibañez, L. E. (2021). SP-TRAINER. *Aplicación para gestionar grupos de entrenamiento en la ciudad de Santa Marta*. Universidad Antonio Nariño.

Rabassa-Blanco, J., y Palma-Linares, I. (2017). Efectos de los suplementos de proteína y aminoácidos de cadena ramificada en entrenamiento de fuerza: revisión bibliográfica. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(1), 55-73.

Samal, J. R. K., y Samal, I. R. (2018). Protein supplements: Pros and cons. *Journal of Dietary Supplements*, 15(3), 365-371.

Tejedor Astudillo, C. A., y Vázquez Herrera, M. A. (2021). *Efectos del uso de suplementos proteicos en fisicoculturistas*. Universidad del Azuay).

# **Calculadoras paso a paso de Ecuaciones Diferenciales. Una propuesta con Gamificación**

## **Differential Equations step by step calculators. A proposal with gamification**

Miguel Ángel Hurtado Benavides  
mangelhb@unimonserate.edu.co  
Fundación Universitaria Monserrate-Unimonserate  
DOI: 10.29151/reit.n4a4

## Resumen

Este escrito muestra la implementación de la gamificación como estrategia para la enseñanza de los métodos de solución de las ecuaciones diferenciales a través de la construcción de calculadoras paso a paso de dichos métodos mediante el lenguaje de programación simbólico de Python, lo cual supone una alternativa para la enseñanza y aprendizaje los mencionados objetos matemáticos, aprovechando el interés por la programación de aplicativos que tienen los estudiantes de las ingenierías de la Fundación Universitaria Monserrate Unimonserrate.

**Palabras claves:** ecuación diferencial, calculadoras, gamificación.

## Abstract

This paper shows the implementation of gamification as a strategy for teaching the methods of solving differential equations by building step-by-step calculators of these methods using the symbolic programming language of Python, which is an alternative for teaching and learning the aforementioned mathematical objects, taking advantage of the interest in the programming of applications that the students have, from the engineering of the Monserrate University Foundation.

**Key word:** differential equation, calculators, gamification.

## Introducción

La formación matemática del ingeniero es importante por su aplicabilidad donde se requiera cálculos matemáticos para dar solución a problemas que surgen en la ciencia o en la industria, como por ejemplo en: física, química, biología, ciencia de datos, seguridad, mercadeo, medicina, educación, en los sistemas tecnológicos como en la creación de software y en la industria. El ingeniero debe desarrollar su pensamiento matemático para llegar a alguna solución exitosa a un problema planteado, de naturaleza teórica o de aplicación de las matemáticas. También, se requieren competencias en la formación y desarrollo de un profesional de ingeniería cada vez más integradoras, que sea un estudioso de forma autónoma, ser colaborativo, creativo, proactivo, que trabaje en equipo, que muestre valores como la honestidad y la responsabilidad.

Para García (2013) una de las dificultades de la enseñanza y aprendizaje del cálculo para ingeniería, radica en que es descontextualizada con respecto al ejercicio propio de la aplicación de las matemáticas para resolver situaciones problema que surgen en la ingeniería, con el fin de optimizar los recursos puestos en la escena de trabajo de la misma.

En consecuencia, para Plaza (2016) es importante el aprendizaje de las matemáticas en ingeniería para el modelamiento de fenómenos que se encuentran inmersos en las diversas áreas del conocimiento, por tal razón se tiene una excusa para adelantar el estudio de las matemáticas y una forma de solucionar las dificultades de la enseñanza y aprendizaje de las mismas. En particular, una ecuación diferencial no es más que una ecuación que contiene una o más derivadas o diferenciales para modelar algún fenómeno que aparece en las ciencias o en la industria, es decir que, la teoría de las ecuaciones diferenciales ofrece métodos que permiten hallar soluciones a las incógnitas de tales ecuaciones, así de este modo, se deben desarrollar en un ingeniero las competencias para tales fines y hacer posible de alguna manera la aplicabilidad en las ciencias y la industria, anteriormente evocadas.

Por otro lado, según la experiencia de Jurado y Fellman (2019) los ingenieros del siglo XXI han nacido en un tiempo de digitalización, donde surgieron avances de dispositivos electrónicos y mecánicos hasta la tecnología digital que se tiene hasta la fecha. Por ejemplo, aparecieron los ordenadores, el Internet y las Tecnologías de la Información y Comunicación, con lo cual se crearon hábitos de trabajo y de estudio mediados por este tipo de tecnologías. De allí surge en esta población, por un lado, el interés, el gusto y la necesidad de aprender más sobre el funcionamiento de los mencionados aparatos, mediante el código de un software de programación o un software de aplicación, pero por otro lado, se destaca el uso de calculadoras paso a paso alojadas en internet, por parte del estudiante de ingeniería, para evitar la operatividad matemática que surge de los problemas o ejercicios propuestos en el aula de clases. Esto ha provocado

en los estudiantes un abandono de la práctica de aplicar propiedades matemáticas en la resolución de problemas. De la anterior discusión surge la pregunta problema: ¿Es posible, por parte de los estudiantes de Ingeniería de la Unimonserate, construir calculadoras paso a paso de ecuaciones diferenciales, mediante código de programación simbólico de Python, para el aprendizaje de la teoría de solución de dichas ecuaciones?

Lo anterior supone un reto para los docentes de matemáticas; en particular, Hurtado (2018) menciona que la realización de aplicativos implica una reflexión docente constante y cíclica, siempre pensando en la mejora de estos productos tecnológicos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Para dar una respuesta a la pregunta problema, se propone como objetivo de este escrito “mostrar una forma de construir calculadoras paso a paso de ecuaciones diferenciales mediante código de programación simbólico de Python, con los estudiantes de Ingeniería de la Unimonserate”. La justificación de este ejercicio surge del interés que tienen los estudiantes de aplicar la programación a situaciones que aparecen en su entorno laboral, lo cual se puede aprovechar para la enseñanza y el aprendizaje de la teoría y para aplicaciones de las ecuaciones diferenciales mediante la construcción de las mencionadas calculadoras.

El documento está separado en tres secciones: la estrategia, la metodología y la implementación. En la primera sección se describe la estrategia de gamificación, la cual ha sido adoptada por la Unimonserate, con lo que se pretende incentivar la motivación del estudiante por el aprendizaje de la teoría y aplicaciones de las ecuaciones diferenciales, mediante elementos del juego. En la segunda sección se presenta la implementación de la estrategia mencionada, donde los estudiantes se convierten en jugadores y el docente en juez, que tiene como dispositivo de juego cuadernos de Google Colab (2020) para construir calculadoras paso a paso de ecuaciones diferenciales de donde aparecen los resultados para su posterior estudio. En la tercera sección se expone la metodología de estudio, por parte del docente, y de los resultados obtenidos por los estudiantes, con los cuales se evidencia la comprensión de los métodos de solución de ecuaciones diferenciales.

## **2. Materiales y Métodos**

### **2.1. Estrategia**

Según Vásquez (2021), la gamificación es una estrategia entendida por el uso de elementos del juego en entornos no lúdicos. Esta estrategia ha mostrado en muchas situaciones ser motivante en la realización de algunas tareas o actividades educativas, laborales o comerciales. Algunos elementos de juego que se mencionan y se implementan en las actividades para cumplir con el objetivo descrito anteriormente son:

**Mecánica de juego:** Asumir el reto de llevar a lenguaje de programación de Python los métodos de solución, paso a paso, de una ecuación diferencial, en lo posible, con las diferentes formas de representación de la misma. Cada método de solución de una ecuación diferencial, es un nivel.

**Dinámica de juego:** realizar las diferentes acciones tales como consultar, explorar, reflexionar, conjeturar, justificar, deducir, inducir y generalizar el paso de llevar a código de programación de Python, los algoritmos matemáticos que se proponen en el área de ecuaciones diferenciales y sus diferentes formas de representaciones.

**La estética de juego:** mostrar los componentes de logros obtenidos tales como argumentar, demostrar y comunicar la construcción de calculadoras paso a paso de ecuaciones diferenciales mediante el lenguaje de programación simbólico de Python, junto con sus diferentes formas de representaciones.

**El dispositivo tecnológico de juego:** cuadernos de Google Colaboratory, para trabajo colaborativo, entre equipos de máximo tres jugadores (estudiantes, compañeros), donde se puede interactuar con las herramientas de uso libre de la web y con un entorno matemático con código de programación simbólico de Python.

**Tipos de jugador:** corresponden a las diferentes acciones o roles de la dinámica de juego, donde los jugadores escogen según sus habilidades y competencias.

**El juez del juego (docente):** se encarga de dar la teoría de la clase de ecuaciones diferenciales y la interfaz de los cuadernos Colaboratory junto con el código de programación simbólico de Python.

**Los logros de juego:** se entregan al final de cada sesión de clase de ecuaciones diferenciales, según la evaluación del juez (docente), es quien da un puntaje entre uno y cinco, por la estética del juego. Si el puntaje es mayor o igual a tres, el equipo pasa al siguiente nivel de clase de ecuaciones diferenciales, de lo contrario, el equipo debe superar dicho nivel, al cual el juez no da un puntaje mayor a cuatro.

Los jugadores pueden proponer otros elementos de juego como roles, tiempos, tecnologías o instrumentos, de tal forma que no se pierda la motivación y el aprendizaje de las diferentes formas de representación de la solución de una ecuación diferencial.

## 2.2. Implementación de la estrategia

En este apartado se muestran algunos ejercicios presentados por los jugadores después de asumir el reto propuesto en la “Mecánica del juego” por parte del juez.

### Nivel 1. Ecuación diferencial ordinaria de primer orden de variables separables

La ecuación diferencial ordinaria de primer orden tiene la forma:

$$P(x)dx + Q(y)dy = 0$$

Donde  $P(x)$  y  $Q(y)$  son funciones de primer orden en las variables  $x$  y  $y$  respectivamente.

Solución: para solucionar esta ecuación diferencial se debe seguir los siguientes pasos:

- ✓ Transponer los términos de una variable a cada lado de la ecuación.

$$P(x)dx = -Q(y)dy$$

- ✓ Integrar a cada uno de los términos de la ecuación

$$\int P(x)dx = \int -Q(y)dy + C$$

- ✓ Despejar la variable  $y$  y de ser posible.

### ¡Ahora es el turno de los jugadores!

Los jugadores siguen las dinámicas del juego ya descritas anteriormente. Se empieza con la presentación de la mecánica de juego, seguido de un reconocimiento del dispositivo tecnológico de juego, los cuadernos de Google Colab (2020), donde los jugadores pueden alojar e interactuar con las herramientas expuestas de libre uso de la web, para que exploren, compartan, observen y hagan sus propios entornos y programas a partir de la teoría expuesta, en particular. Para llevar a código el paso a paso de los métodos de solución de las

ecuaciones diferenciales, se sigue el tutorial sobre lenguaje de programación simbólico para matemáticas de Sympy (2020).

El reconocimiento del dispositivo tecnológico de juego, fue una dificultad para la mayoría de jugadores, por lo cual, los mismos proponen que el juez haga una demostración del uso de dicha herramienta. El juez acepta la propuesta de los jugadores, no sin antes, mencionar como una falta de estética del juego, por lo que sentencia como puntaje máximo del juego en el nivel uno en un valor de cuatro.

El juez explica la forma de jugar con el dispositivo, teniendo en cuenta que los jugadores tienen conocimientos básicos de programación, como el uso de librerías, en este caso de Sympy; las variables simbólicas que se deben declarar al comienzo del programa como lo son la variable independiente “x”, el símbolo para la constante de integración “C\_1”, el símbolo de una función “P(x)”, el valor numérico de “e”, y todos los que se requieran, además, los jugadores ya conocen la lógica de programación básica con variables, la aplicación del condicional if, else, los ciclos for,while, la construcción de funciones, solo queda por explicar los códigos para la escritura simbólica matemática. En la siguiente lista se muestran algunos ejemplos de la correspondencia entre código y la impresión simbólica matemática que arroja el programa:

Código	←	Símbolo
$x^{**5}/2$	←	$\frac{x^5}{2}$
$e^{**5}$	←	$e^5$
$P(x)$	←	$P(x)$
$\log \log (x^{**5})$	←	$\log \log (x^5)$
$Derivate(\sin \sin (x^{**2}) + 3 * x^{**2})$	←	$\frac{d}{dx}(\sin \sin (x^2) + 3x^2)$
$Integral(\sin \sin (x^{**2}) + 3 * x^{**2})$	←	$\int (\sin \sin (x^2) + 3x^2) dx$
$Eq(P(x), \sin \sin (x^{**2}) + 3 * x^{**2})$	←	$P(x) = \sin \sin (x^2) + 3x^2$

**Tabla 1.** Códigos y símbolos. Elaboración propia.

También se tiene correspondencia entre operaciones matemáticas y operaciones de funciones de Sympy:

Código de operación	←	Resultado
Propiedades de la potenciación $x^{**3} * x^{**5}/x^{**4}$	←	$x^4$
Propiedad de logaritmación $\log \log (e^{**5})$	←	5
Derivada de una función $\text{diff}(3 * x^{**2} + \sin \sin (x))$	←	$6x + \cos \cos (x)$
Integral de una función $\text{integrate}(6 * x + \cos \cos (x))$	←	$3x^2 + \sin \sin (x)$
Solución de ecuaciones $\text{solve}(\text{Eq}(x^{**2} + 2 * x + 1,0))$	←	1

**Tabla 2.** Códigos y resultados. Elaboración propia.

Como se puede observar en las anteriores tablas, la forma de escritura en código es muy semejante a la impresión que arroja el programa del mismo. Por tanto, la implementación del dispositivo tecnológico es muy familiar para los jugadores. Para solucionar alguna duda, el jugador puede seguir las indicaciones del tutorial de la página de Sympy. Ahora sí, los jugadores tienen las instrucciones para empezar a implementar el dispositivo tecnológico de juego para construir la primera calculadora paso a paso de ecuaciones diferenciales de variable separable de primer orden.

## Metodología

La metodología usada es la de observación cualitativa, se recogen los resultados de juego y las experiencias de los jugadores, durante todo el proceso. Se tiene en cuenta: el interés por la mecánica del juego, la motivación por seguir la dinámica de cada una de sus acciones como la organización de los roles en cada grupo de jugadores; la estética del juego, como el funcionamiento y la comunicación de los logros. También se tiene en cuenta la iniciativa, la creatividad y las propuestas para dar un buen resultado.

## Resultados

Los jugadores empezaron el programa con la declaración de la librería SymPy y el código de entradas de variables; luego, declaran una función denominada separable con cuatro entradas, donde el usuario ingresa en la primera entrada el lado izquierdo de la ecuación diferencial; en la segunda entrada, el lado derecho, en la tercera y cuarta entrada escribe las condiciones iniciales  $f(x), x$ , correspondientemente. Con estos valores empiezan a construir el código para formar la ecuación diferencial, primero para la solución general y luego la solución particular. Por último, realizan las gráficas de la ecuación diferencial y de su solución.

Una parte del código comentado línea por línea, realizado por los jugadores es el siguiente:

```
from sympy import *      # Importación de la librería sympy
x, C1= symbols("x C_1") # Símbolos de variable independiente y constante
P = Function('P')      # Símbolo de variable dependiente
e = exp(1)              # Valor del número e
```

```
print("Ecuación diferencial de variable separable")

# Lado izquierdo de la ecuación diferencial
Li = e**P(x)*Derivative(P(x))

# Lado derecho de la ecuación diferencial
Ld = expand(L.d)
Ecuacion1 = Eq(Li,Ld) # Función que forma la ecuación
display(Ecuacion1)   # impresión de la ecuación diferencial
print()              # salto de línea

print("integrando se tiene la solución general")
Ecuacion0 = Eq(Integral(Li,x),Integral(L.d,x)) # Representación integral
Ecuacion2 = Eq(integrate(Li,x),integrate(L.d,x)+C1) # función integración
```

```
display(Ecuacion0) # impresión de la integral
print()
display(Ecuacion2) # impresión de la solución general
print()
```

El resultado completo del código de programación se encuentra alojado en el siguiente enlace: [Calculadora\\_Ecuación\\_Diferencial\\_Separable](#)

En esta parte de la implementación del dispositivo de juego por parte de los jugadores, aparecen los procesos de aprendizaje. Según Duval (2006), esto está relacionado con la transformación o conversión de las representaciones semióticas de los objetos matemáticos involucrados; son procesos cognitivos con los cuales se evidencia un nivel de comprensión del objeto en estudio. En el caso particular de la solución de una ecuación diferencial, que está representada mediante símbolos algebraicos, el juez puede tomar como evidencia de aprendizaje o de comprensión de dicha solución, por parte de los jugadores, la conversión a la representación equivalente a código de programación.

Después de construir la calculadora de ecuaciones diferenciales de primer orden de variable separable, los jugadores fueron mejorando a medida que construían calculadoras de ecuaciones diferenciales para ecuaciones diferenciales homogéneas, exactas, lineales y demás. En el siguiente enlace se encuentra la calculadora paso a paso de ecuaciones diferenciales lineales construida por un grupo de jugadores:

[Calculadora\\_Ecuación\\_Diferencial\\_Lineal](#)

## 4. Discusión

Para Hurtado (2018), la realización de aplicativos es una forma de reflexión docente, es por ello que, aquí los jugadores y el juez analizan los programas realizados para identificar problemas técnicos y conceptuales en los prototipos de calculadoras paso a paso de ecuaciones diferenciales presentados por los jugadores y recomendar los cambios necesarios para nuevas ejecuciones. En este punto, el juez evalúa lo aprendido por parte de los jugadores, además, los programas realizados y presentados permiten implementar soluciones que buscan mejorar la calidad operativa y estratégica, tanto en los sistemas de producción como educativo.

## 5. Conclusiones

La implementación de la gamificación tiene un efecto de motivación constante, mejorando los procesos educativos. Esta experiencia supone que el uso de la gamificación en la enseñanza de las matemáticas para la ingeniería contribuye al desarrollo de competencias en la misma y que se requieren para la industria de la tecnología. Además, esta estrategia basada en la realización de calculadoras paso a paso de ecuaciones diferenciales con el lenguaje de programación simbólico de Python, supone nuevas formas de impartir las clases en el aula de esta materia. Los mismos jugadores destacan la integración de las matemáticas y la programación para la creación de nuevas formas de aprender la mencionada asignatura y comprender su aplicabilidad.

## Referencias

Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 9(1), 143-168. <https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1JM80JJ72-G9R-GZN-2CG/La%20habilidad%20para%20cambiar%20el%20registro%20de%20representaci%C3%B3n.pdf>

Google Colab (2020). *Cuadernos de edición de código en entorno portátil*. <https://isolution.pro/es/t/google-colab?alias=tutorial-de-google-colab>

García Retana, J. A. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación*, 37(1), 29-42. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44028564002>

Hurtado, M. A. (2018). *La realización de aplicativos con Scratch como una forma de reflexión docente*. Memorias del quinto Encuentro Distrital de Educación Matemática. 133-1. <http://funes.uniandes.edu.co/14380/>

Jurado, M., y Fellman, H. (2019). Digitalización de la educación en ingeniería: del aprendizaje con base tecnológica a la educación inteligente. *Educación Superior*, 6(1), 39-50. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-82832019000100009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-82832019000100009&script=sci_arttext)

Plaza Gálvez, L. F. (2016). Modelación matemática en ingeniería. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 7(13), 47-57. [https://www.researchgate.net/publication/346410146\\_Modelacion\\_matematica\\_en\\_ingenieria](https://www.researchgate.net/publication/346410146_Modelacion_matematica_en_ingenieria)

Nelson, M. J., y Hoover, A. K. (2020). Notes on using Google Collaboratory in AI education. En M. Giannakos, G. Sindre (Eds.), *Proceedings of the 2020 ACM conference on innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 533-534). ACM Digital Library. [https://www.kmjn.org/publications/ColabEducation\\_ITiCSE20.pdf](https://www.kmjn.org/publications/ColabEducation_ITiCSE20.pdf).

Sympy. (2020). *Lenguaje de programación simbólico para matemáticas*. Isolution. <https://isolution.pro/es/t/sympy?alias=tutorial-de-sympy>

Vásquez, J. (2021). Gamificación en educación: una revisión del estado actual de la disciplina. *Areté. Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, 7(1), 117-139. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8293878>

# Análisis de materiales reforzados para prototipado 3d

## Analysis of reinforced materials for 3D prototyping

Pedro Rodríguez Sandoval<sup>1</sup>,  
María Isabel Arévalo Ramírez<sup>2</sup>,  
Brallan Esteban Martínez Quiroga<sup>3</sup>.

SENA- Centro de Materiales y Ensayos  
DOI: 10.29151/reit.n4a5

---

<sup>1</sup> prodirguezs@misena.edu.co, Grupo de investigación Gimes, SENA- Centro de Materiales y Ensayos; Grupo Investigación NIEIT, Fundación Universitaria Monserrate-Unimonserrate

<sup>2</sup> miarevalo0@misena.edu.co, Grupo de investigación Gimes, SENA- Centro de Materiales y Ensayos

<sup>3</sup> braemartinez1111@misena.edu.co, Grupo de investigación Gimes,

## Resumen

Los materiales utilizados para la manufactura aditiva empleando la técnica FDM presentan costos elevados, los cuales aumentan dependiendo de los colores y tamaños, por tal motivo se han empezado a investigar materiales que puedan ser empleados para este proceso cuyo costo sea más bajo. Con las crecientes iniciativas por impulsar la industria de materiales hacia los degradables, actualmente no solo se busca que los materiales empleados en la manufactura aditiva presenten buenas propiedades sino también que estos sean degradables al final de su uso. Por tal motivo, se pretende generar un polímero compuesto de PEBDR/PLA (15%30% y 50%) por extrusión, al cual se le evaluarán sus propiedades físicas y químicas empleando diferentes ensayos, en donde se estimará su resistencia al estar sometida a una fuerza, así como su dureza, flexión y microestructura. Finalmente, el material se empleará en impresión 3D para corroborar su uso en este proceso.

**Palabras claves:** Impresión, PLA, PEBD, Manufactura, prototipado.

## Abstract

The materials used for additive manufacturing using the FDM technique have high costs, which increase depending on the colors and sizes, for this reason they have begun to investigate materials that can be used for this process, but whose cost is lower. With the growing initiatives to promote the materials industry towards degradable materials, it is not only sought that the materials used in additive manufacturing have good properties, but also that they are degradable at the end of their use. For this reason, it is intended to generate a polymer composed of RLDPE/PLA (15%, 30% and 50%) by extrusion, which will be evaluated for its physical and chemical properties using different tests, where its resistance will be estimated when it is subjected to a strength, as well as its hardness, bending and microstructure. Finally, the material will be used in 3D printing to corroborate its use in this process.

**Key word:** Printing, PLA, LDPE, Manufacturing, prototyping.

## Introducción

El principal problema de acumulación de material termoplástico es causado por los bajos niveles de degradabilidad de estos, generando sólidos altamente contaminantes que en su mayor parte terminan en los ecosistemas, alterando así, los procesos intrínsecos de las plantas y animales. “Aproximadamente un 40% de los plásticos producidos son destinados a utilizarse para envases” (Rodríguez et al., 2015). Recientemente, el Senado de Colombia aprobó el proyecto de ley 274 del 2020, en donde se pretende prohibir la fabricación, importación, exportación, comercialización y distribución de plásticos de un solo uso. Por tal motivo se hace necesario buscar maneras de emplear los materiales de tipo polimérico fabricados y desechados, pero enfocándolos en las nuevas tecnologías emergentes como lo son la manufactura aditiva.

La manufactura aditiva a lo largo del tiempo ha evolucionado, haciéndose mucho más grande e implementando diferentes tipos de técnicas como por ejemplo el SLA (estereolitografía), que consiste en “utilizar una pasta altamente viscosa como base material, así como láser UV, para polimerizar selectivamente los contornos y sombrear las áreas dentro de la plataforma de construcción” (Smirnov et al., 2022); FDM (Modelado por deposición fundida), “se basa en la deposición de material fundido. Capa por capa, el dispositivo aplica un polímero termoplástico calentado, que se enfría y se endurece” (Grygier et al., 2022); SLS (sinterizado selectivo por láser), “se clasifica en la categoría de fusión de lecho de polvo según la ASTM, implica la construcción de objetos mediante el estrechamiento de partículas de polvo utilizando la energía proporcionada por un láser” (Gueche et al, 2021), siendo estas las más reconocidas y empleadas a nivel mundial.

Este artículo está dirigido hacia la técnica de FDM en donde se utilizan materiales como el Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), Ácido Poliláctico (PLA), Poliéster de Glicol (PETG) en su mayoría de veces. Estos materiales presentan altos costos y en algunos casos contaminan tanto al momento de crear piezas, como al desechar las mismas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se han realizado diferentes investigaciones y se ha comprobado la unión de compuestos poliméricos, como de polibutirato-adipato-tereftalato (PBAT) en forma de gránulos, para impresión por extrusión junto con partículas de harina de madera, pero debido a que se vuelve tan pesado para extruir y genera coagulaciones en la boquilla, se decidió agregar un compuesto de PLA y fibras celulósicas para que el PBAT suavice la matriz del PLA mientras que las fibras celulósicas ayudan a desarrollar la naturaleza tixotrópica del extruido, demostrando así que es posible la unión de materiales poliméricos con fibras naturales e incluso hacerlo degradable (Singamneni et al., 2021).

El objetivo de este proyecto es generar un compuesto entre polietileno de baja densidad reciclado (PEBDR) junto con PLA en diferentes proporciones, para utilizar material que ya ha llegado al final de su vida útil y acelerando su proceso de degradación, lo que le permite ser utilizado en la manufactura aditiva en una impresora 3D a base de pellets, minimizando costos en cuanto a filamentos que ya no se implementarán, puesto que se manejarán solo pellets y no se generarán desperdicios con vida tan longeva.

## Metodología

### Materiales

En esta investigación se empleó como materias primas para la fabricación del polímero compuesto polietileno de baja densidad reciclado que fue obtenido de productos termoplásticos como lo son las tapas de refrescos o bebidas y ácido poliláctico (PLA) marca Nature Works, en diferentes porcentajes 85/15, 70/30 y 50/50 respectivamente. Adicionalmente, se empleó polietileno de baja densidad marca Ecopetrol para extrusión con el fin de realizar una comparativa en las propiedades.

### Equipos

Se emplearon para la obtención del polietileno de baja densidad un molino granulador SHINI serie 2GL14070021 modelo SG1621N con potencia de 1500W y frecuencia de 60 Hz. Para la fabricación del polímero compuesto se empleó una mezcladora industrial SHINI referencia SSM-U, una unidad de extrusión de doble tornillo serie 14198 y referencia PTL-30-30 con peletizadora y una prototipadora 3D de FDM alimentada por pellets Tumaker NX Pro-Pellets.

En cuanto a los ensayos mecánicos se realizaron empleando una máquina universal de ensayos para polímeros BESMAK que tiene una celda de cinco toneladas y un durómetro con indentador de escala Shore D, así como un microscopio de barrido electrónico marca PHENOM XL.

### Alistamiento de materias primas

Debido a que el objetivo de esta investigación es la reutilización de materiales reciclados, el primer paso fue la recolección de PEBDR, los cuales fueron separados por colores, para posteriormente ser lavados y secados.

Con el material termoplástico limpio se procede a tritarlo con el fin de obtener una granza de aproximadamente 5 mm como el que se ilustra en la figura 1.

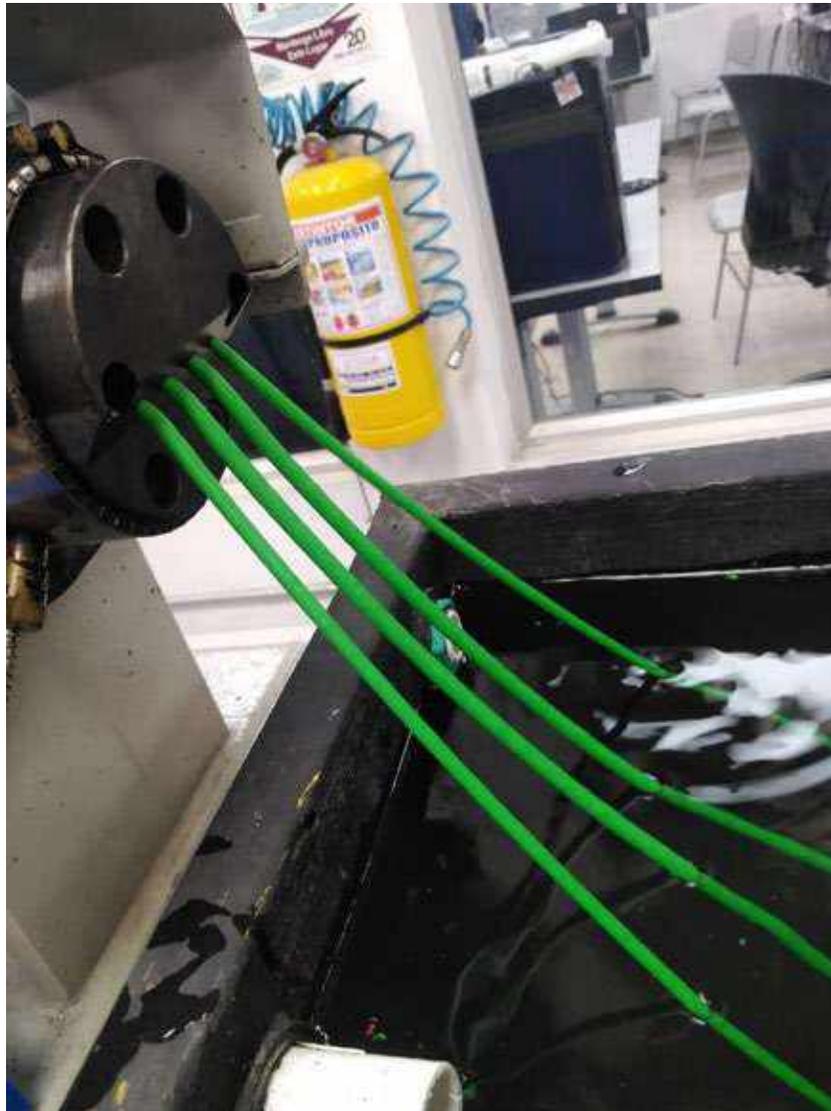


**Figura 1.** Granza de polietileno de baja densidad reciclado. Archivo personal

Posteriormente se realiza el pesaje de las materias primas en donde se debe tener en cuenta las proporciones de PEBDR y PLA mencionadas en el numeral 1.1, para generar así 500 g de cada una de las mezclas. Finalmente, ambos materiales se llevaron a la siguiente etapa, la cual se llevó a cabo en una mezcladora industrial para obtener una mezcla más homogénea entre ambos polímeros.

## Proceso de extrusión

En este proceso se utiliza la mezcla obtenida con anterioridad y se introduce en la tolva de alimentación de la extrusora de doble tornillo, la cual tiene cinco zonas de calentamiento por resistencias a diferentes temperaturas, para llevar el material hasta su temperatura de transformación, que a su vez va siendo arrastrada por los tornillos hasta la boquilla para ser expulsado en forma de filamento viscoelástico como se observa en la figura 2.



**Figura 2.** Filamento extruido de PEBDR y PLA. Archivo personal

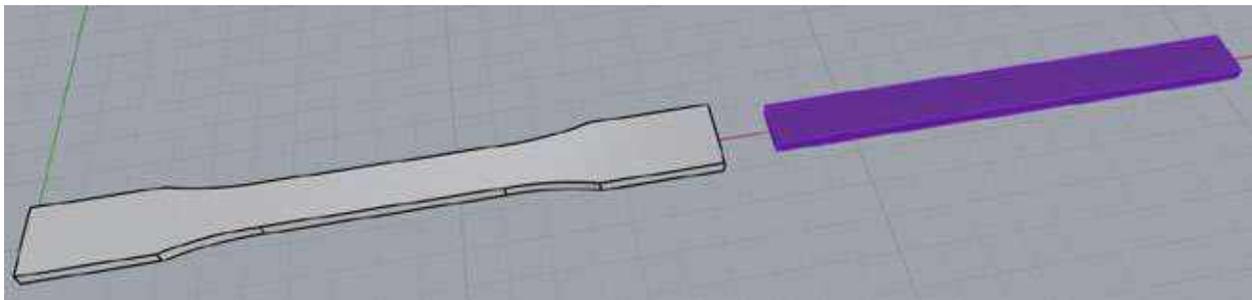
Seguido a esto se pasa por agua que está a una temperatura de 11°C para realizar el enfriamiento del material y posteriormente generar el peletizado, donde el filamento entra por un par de rodillos que lo arrastran, luego ingresa a las cuchillas giratorias que cortan el material dejándolo en forma de pequeños cilindros de 5cm x 5cm x 5cm aproximadamente.

Temperatura (°C)	Zona 1: 50 Zona 2: 80 Zona 3: 130 Zona 4: 150 Zona 5: 160
Frecuencia de Tornillo (Hz)	39
Frecuencia del halador (Hz)	55

**Tabla 1.** Parámetros de transformación por extrusión de las mezclas de PLA/PEBDR. Elaboración personal

### Modelado 3D

Para poder realizar las pruebas necesarias de ensayos los cuales son de dureza, flexión, tensión y SEM (Microscopía Electrónica de Barrido); se debe de crear un modelo 3D en software de computadora para luego ser impreso por una prototipadora 3D, en esta investigación se utilizó el programa Rhino 7 de Rhinoceros, para crear las probetas siguiendo las medidas de las normas internacionales ASTM D638 y D709, dichas probetas se pueden observar en la figura 3.



**Figura 3.** Modelo 3D en Rhino 7 de Probetas. Archivo personal.

## Impresión 3D

Ya teniendo el modelo en 3D de las probetas, estas son enviadas al software de impresión de la máquina (SIMPLIFY 3D), con la cual se imprimirá, allí se utiliza el modelo ya creado en 3D y se prepara para imprimir, con todos los parámetros configurados, se envía la información en forma de coordenadas a la impresora y se procede a imprimir automáticamente.

## Pruebas mecánicas

Para pruebas de tensión y flexión se utiliza una máquina de ensayos universal BESMAK. Cuando se trata de prueba de tensión, esta se utiliza con dos mordazas que sujetan la probeta de sus extremos y la estiran hasta llegar a su punto de rotura, esta tiene que estar en la zona central de la misma y los resultados son mostrados por una curva de tensión en la cual arroja cuál fue la fuerza máxima en MPa que soporta el material.

Al momento de hacer las pruebas de flexión, las mordazas son cambiadas por dos soportes cilíndricos y un tercero es el que flexiona la probeta y genera una presión hasta su ruptura. En el caso de la prueba de dureza se utiliza un durómetro con indentador de escala Shore D, el cual baja hasta penetrar la probeta, generando una huella y arroja un valor que entre más alta presenta una mayor dureza haciendo que el material sea más frágil y quebradizo, por el contrario, si es un valor pequeño, este más flexible es.

Para pruebas SEM, se utiliza un microscopio electrónico de barrido, en donde los electrones acelerados viajan por un cañón, que excitan la muestra haciendo que desprenda electrones que serán captados por unos sensores que lo transforman en imagen para ser vista por pantalla siendo este en escala micrométrica y se puede observar de 100 a 80 micrómetros.

## Resultados y discusión

Dado que esta investigación se encuentra en curso por el momento solo se cuentan con resultados preliminares de algunas de las etapas investigativas, los cuales se exponen a continuación:

## Proceso de extrusión

Como resultados del proceso de extrusión se logró obtener pellets de 5cm x 5cm de diámetro aproximadamente, se observó que a mayor porcentaje de PLA se evidencia poco acoplamiento con la matriz de PEBD, debido a que el material presenta delaminación, sin embargo, no se presentaron problemas de taponamiento en las boquillas al realizar su transformación (ver figura 4), pos-

teriormente se pretende emplear este material para elaborar el prototipo de las probetas que fueron diseñadas por computadora.



**Figura 4.** Peletizado de PEBD y PLA. Archivo personal.

Es posible que la delaminación también sea provocada por los aditivos para la coloración que presentan los materiales reciclados como es el caso de esta investigación lo cual genera que no sean compatibles con el PLA, sin embargo, se requiere de más estudios para la comprobación de este comportamiento.

### Prototipado de probetas

En el proceso de prototipado se generaron modelos 3D de las probetas y se realizó una primera impresión con ABS con el fin de corroborar la calidad y parámetros de impresión, esto se realizó en una impresora 3D DaVince 1.0 pro, para posteriormente emplear el material fabricado por extrusión.



**Figura 5.** Probetas en ABS impresas en 3D. Archivo personal.

Después de tener las probetas impresas como se observa en la figura 5 se pudo evidenciar que las tolerancias empleadas permitieron que las probetas tuvieran las medidas indicadas por las normas ASTM D638 y D709, además, de no presentar problemas en su impresión lo que hace que se tenga un buen punto de partida para cuando se emplee el material por esta técnica para la fabricación de este tipo de piezas.

## Pruebas mecánicas

Finalmente, cuando se obtengan las probetas se evaluarán sus propiedades obteniendo así la caracterización del material.

### - Ensayo de tensión

En este apartado se evidenciará el esfuerzo máximo al que puede llegar este material compuesto.

### - Ensayo de flexión

Con esta prueba se evidenciará el punto máximo de rotura al momento de flexionar o en dado caso, que no se rompa, dándose a saber que dicho material es flexible.

### - Prueba de dureza

Con respecto a esta prueba se obtendrá que dureza tiene este material con exactitud, en dado caso que sea más blando, resultará siendo un material más flexible, de lo contrario a esto, será un material frágil y quebradizo.

### - Prueba de SEM

Aquí se corroborará si los materiales a nivel de su infraestructura se homogeneizaron, se mantienen separados o persisten fallos.

## Conclusión

El material obtenido con PLA/PEBDR puede ser fabricado y empleado por proceso de extrusión siendo este una alternativa de materia prima que podrá ser implementada bajo la técnica de manufactura aditiva por FDM, sin embargo, se recomienda buscar un compatibilizante para el PLA y el PEBDR, con el fin de evitar la delaminación. Adicionalmente, según los estudios realizados se ha demostrado que al agregar refuerzos naturales como por ejemplo almidones y fibras al PEBDR (Sandoval et al, 2021) este presenta mejora en sus propiedades mecánicas, lo que nos permite tener la certeza de que al adicionar el PLA al PEBDR es posible que presenten buenas propiedades.

## Referencias

Grygier, D., Kujawa, M. y Kowalewski, P. (2022). Deposición de polímeros bio-compatibles por impresión 3D (FDM) sobre aleación de titanio. *Polímeros*, 14(2), 235. <https://doi.org/10.3390/polym14020235>

Rodriguez, P., Arévalo, M., Calderón, J. y Lozano, P. (2021). Evaluación de Propiedades Mecánicas y Degradación de un Polímero Sintético y Biodegradable 15% almidón papa. *Revista REITUM*, 2, pp. 17-23.

Rodríguez, P, Muñoz, E y Gómez, Y. (2015). *Obtención y caracterización de un biodegradable a partir de almidón de papa y polietileno de baja por inyección*. I Simposio de materiales poliméricos. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Cali.

Smirnov, A., Chugunov, S., Kholodkova, A., Isachenkov, M., Tikhonov, A., Dubinin, O., y

Shishkovsky, I. (2022). The fabrication and characterization of BaTiO<sub>3</sub> piezoceramics using SLA 3D printing at 465 nm wavelength. *Materials*, 15(3), 960. <https://doi.org/10.3390/ma15030960>

Singamneni, S., Behera, M. P., Truong, D., Le Guen, M.J., Macrae, E., y Pickering, K. (2021). Direct extrusion 3D printing for a softer PLA-based bio-polymer composite in pellet form. *J. Mater. Res. Technol.*, 15, pp. 936-949. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785421008693>

# **Experiencias de gamificación en contextos de educación remota sincrónica y educación superior**

## **Gamification experiences in synchronous remote education and higher education contexts**

Luis Fernando Rosas Arango <sup>1</sup>,  
James Humberto Mantilla Gélvez <sup>2</sup>  
Claudia Patricia Mejía Villagrán <sup>3</sup>

DOI: 10.29151/reit.n4a6

---

<sup>1</sup> lrosas@unimonstrate.edu.co Fundación Universitaria Monserrate-Unimonstrate Escuela de Ingenierías y Tecnologías

<sup>2</sup> marketing.james@hotmail.com Administrador de mercadeo, publicidad y ventas. Trabajador independiente.

<sup>3</sup> cmejjav@unimonstrate.edu.co Fundación Círculos Colombianos de Aprendizaje CIRCOAP

## Resumen

En este escrito se exponen tres experiencias de gamificación realizadas en cursos de física, con niños y/o jóvenes universitarios (no mezclados). Las experiencias están apoyadas en el uso de estrategias de gamificación basadas en retos para que, en el caso de los niños, adquieran herramientas fundamentales que los familiaricen de manera intuitiva con conceptos de física. Ya en el caso de los jóvenes universitarios, la gamificación les permite relacionar dichas herramientas con conceptos teóricos que simultáneamente se abordan en el aula. El docente tiene solamente un rol de orientador. Los retos planteados son la construcción de una montaña rusa para niños de 5 a 7 años y para jóvenes universitarios que están cursando la materia de física mecánica; la construcción de un paracaídas para otro curso universitario de física mecánica y finalmente la construcción de un generador de ondas para niños de 5 a 7 años y estudiantes universitarios cursando la asignatura de ondas y fluidos. Como resultado, se consigue que los estudiantes realmente se entusiasmen por aprender el tema abordado y quieran incluso ir más allá independientemente de la calificación y el tiempo programado para las clases, en parte gracias a la construcción de prototipos funcionales con materiales reciclables o de los que ellos disponían. Por otro lado, el piloto del cuento es una estrategia de abordaje inicial muy llamativa para niños y permite abordar temáticas relacionadas con el método científico.

**Palabras claves:** : Gamificación en Ciencias Básicas, Estado de Flujo, Física Mecánica, Física de Ondas y Fluidos.

## Abstract

In this paper we want to socialize three gamification experiences carried out in physics courses, with children and/or young university students (not mixed). The experiences are supported by the use of gamification strategies based on challenges so that, in the case of children, they acquire fundamental tools that familiarize them intuitively with physics concepts. In the case of young university students, gamification allows them to relate these tools with theoretical concepts that are simultaneously addressed in the classroom. The teacher only has a guiding role. The challenges posed are the construction of a roller coaster for both children from 5 to 7 years old and young university students who are taking the subject of mechanical physics; the construction of a parachute for another university course in mechanical physics and finally the construction of a wave generator for children from 5 to 7 years old and university students taking the subject of waves and fluids. As a result, students get really excited about learning the topic covered and even want to go further regardless of the grade and the time scheduled for classes, in part thanks to the construction of functional prototypes with recyclable or non-recyclable materials. they had. On the other hand, the story pilot is a very attractive initial approach strategy for children and allows them to address topics related to the scientific method.

**Key word:** Gamification in basic sciences, flow state, mechanical physics, wave and fluid physics.

## Introducción

La gamificación es una técnica que consiste en aplicar elementos propios de los juegos en contextos como el educativo que es el caso que nos concierne, con el objetivo de motivar y mejorar el aprendizaje de los estudiantes. La estrategia de gamificación puede ser utilizada en cualquier nivel de enseñanza y en cualquier materia, mejorando la comprensión de los contenidos a largo plazo. Esta estrategia utiliza elementos como la sana competencia, la recompensa y la retroalimentación inmediata, para motivar a los estudiantes a alcanzar su estado de flujo donde el nivel de habilidad y el nivel de desafío están balanceados y son los máximos que se pueden exigir en ese momento (Csikszentmihalyi, 1998). Alcanzar el nivel de estado de flujo trae como consecuencia que el aprendizaje sea significativo. Al utilizar la gamificación, los profesores pueden crear ambientes de aprendizaje llamativos, en donde los estudiantes se sientan involucrados y comprometidos con el proceso educativo, tanto en el aula como en la educación remota en línea.

## Marco teórico

La gamificación tiene varios beneficios para el aprendizaje de los estudiantes. Entre ellos, podemos destacar los siguientes: motivación, porque les permite aprender de forma más divertida y atractiva; compromiso, porque involucra a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje a través de autoevaluaciones más objetivas; retroalimentación inmediata, porque los juegos y actividades de gamificación suelen suministrar información al instante que le permite al usuario saber si están haciendo las cosas bien o si necesitan mejorar en algún aspecto; aprendizaje activo, porque la gamificación promueve la aplicación de conocimientos adquiridos para resolver problemas y superar desafíos; y retención de la información, porque busca una forma más interactiva y participativa de aprender (Gaviria 2021).

Existen diversas formas de aplicar la gamificación en la educación. Algunos ejemplos de actividades y juegos que se pueden utilizar son: preguntas y respuestas en donde los profesores pueden crear cuestionarios relacionados con una materia específica y asignar puntos a los estudiantes que las respondan correctamente. Juegos de mesa que pueden ser adaptados para incluir contenidos educativos y convertirse en una forma divertida de aprender. Retos de escape rooms que son actividades en las que los estudiantes deben resolver una serie de acertijos y enigmas para escapar de una habitación en un tiempo limitado y retos y simulaciones que pueden ser utilizadas para enseñar a los estudiantes sobre situaciones reales y prácticas de una materia específica (Gaviria, 2021).

En nuestro caso específico, se utilizó la estrategia de retos, donde se motivó a los participantes a construir prototipos funcionales de elementos cotidianos como una montaña rusa, un paracaídas y un generador de ondas. Para el caso de los niños, en el reto de la temática de ondas, se usó también como estrategia previa de motivación, un cuento.

## Metodología

En la tabla 1 se describe el procedimiento realizado especificando cada una de las actividades de gamificación realizadas.

Reto	Características de los participantes	Objetivo	Conceptos de física abordados
Construcción de una montaña rusa	Participantes de la Fundación Círculos Colombianos de Aprendizaje (Fundación sin ánimo de lucro), donde en el transcurso de 5 sesiones remotas de una hora semanal realizadas entre el 21 de febrero de 2023 y el 28 de marzo de 2023, se abordó el tema de la física de las montañas rusas. La edad de los tres participantes estaba en el momento, entre los 5 y los 7 años. Los participantes se conectaron desde Argentina, Funza y Bogotá contando con una niña.	Construir una montaña rusa que tuviera un rizo y una pendiente para que fuera recorrida por una canica. La canica debe seguir completamente el rizo.	Relacionar experimentalmente velocidad con altura, que en el fondo se asocian con la energía cinética y la potencial (Sears 2013, Serway 2005).

<p>Construcción de una montaña rusa</p>	<p>Estudiantes de la Fundación Universitaria Monserrate-Unimonserate sede Unión Social, del curso de Física Mecánica donde, entre agosto y noviembre de 2019 y con dos sesiones presenciales de dos horas semanales, se abordó los temas de cinemática, dinámica, momentum y trabajo y energía. La edad de los 4 participantes en ese entonces era entre los 18 y los 29 años. Los participantes asistieron a clases presenciales en Bogotá, en la jornada nocturna dos de ellos contando con compromisos laborales y familiares incluyendo hijos. Todos eran hombres</p>	<p>Construir una montaña rusa donde una canica recorre un rizo y una pendiente que la aterriza a 30cm. Luego es llevada al inicio, donde se acciona por un resorte para comenzar otro ciclo</p>	<p>Aplicar los conceptos de movimiento uniformemente acelerado, circular uniforme, parabólico, energía cinética y potencial de fuerzas conservativas</p>
<p>Construcción de un paracaídas</p>	<p>Estudiantes de la Fundación Universitaria Monserrate-Unimonserate sede Unión Social, del curso de Física Mecánica en ingeniería donde, entre agosto y noviembre de 2022 y con una sesión de tres horas presenciales semanales, se abordaron los temas de cinemática, dinámica, momentum y trabajo y energía. La edad de los 6 participantes en ese entonces era entre los 18 y los 22 años. Los participantes asistieron a clases presenciales en Bogotá en la jornada diurna sin contar con compromisos laborales formales y sin hijos. Contando con una mujer</p>	<p>Construir un paracaídas que transporte un huevo. Luego de ser lanzado desde un segundo piso, el paracaídas impide que el huevo sufra algún daño. El huevo puede llevar un mínimo de amortiguación.</p>	<p>Caída libre, velocidad terminal,</p>

<p>Construcción de un generador de ondas</p>	<p>Estudiantes de la Fundación Universitaria Monserrate- Unimonserate sede Unión Social, del curso de Física de Ondas y Fluidos en ingeniería donde, entre agosto y septiembre de 2022 y con una sesión de tres horas presenciales semanales, se abordaron los temas longitud de onda. La edad de los seis participantes (tres mujeres) estaba entre los 19 y los 31 años. Ellos asistieron a clases presenciales en la ciudad de Bogotá jornada nocturna. Todos con trabajo y uno con hijos.</p>	<p>Construir un generador de ondas usando palillos y caucho. Aplicar medidas con el fin de calcular la amplitud, longitud y propagación del pulso ondulatorio.</p>	<p>Conceptos de radián, período, frecuencia, longitud de onda, amplitud, reflexión, refracción, difracción, interferencia, propagación de ondas</p>
<p>Construcción de un generador de ondas</p>	<p>Participantes de la Fundación Círculos Colombianos de Aprendizaje (Fundación sin ánimo de lucro), donde en el transcurso de 5 sesiones remotas de una hora semanal se usaron 2 sesiones con el fin de construir un generador de ondas casero. Las sesiones fueron desarrolladas el 22 y el 29 de septiembre de 2022. Se abordó el tema de la propagación de ondas en un medio. La edad de los dos participantes estaba en el momento, entre los 5 y los 7 años. Los participantes se conectaron desde Funza y Bogotá. Todos varones.</p>	<p>Imaginar el desarrollo de un cuento semiestructurado. Luego contrastar lo imaginado con lo observado construyendo un prototipo de generador de ondas</p>	<p>Cómo se propaga un pulso de onda a través de un medio</p>

**Tabla 1.** Procedimiento de gamificación. Elaboración propia.

Para el caso específico de los participantes en las sesiones de ondas de la Fundación Círculos Colombianos de Aprendizaje, se realizó una prueba piloto con el fin de guiar estas sesiones a través de un cuento, donde se le pide a los participantes que imaginen cuáles aventuras podrían vivir Kato y Dina en esta versión semiestructurada de cuento. Luego, explícitamente se les pide construir el generador y colocar dos caritas en bajalenguas extremos y que experimenten lo que sucede con ellas. La idea es contrastar lo imaginado con lo que ocurre en la realidad. A continuación, se da a conocer el cuento semiestructurado construido.

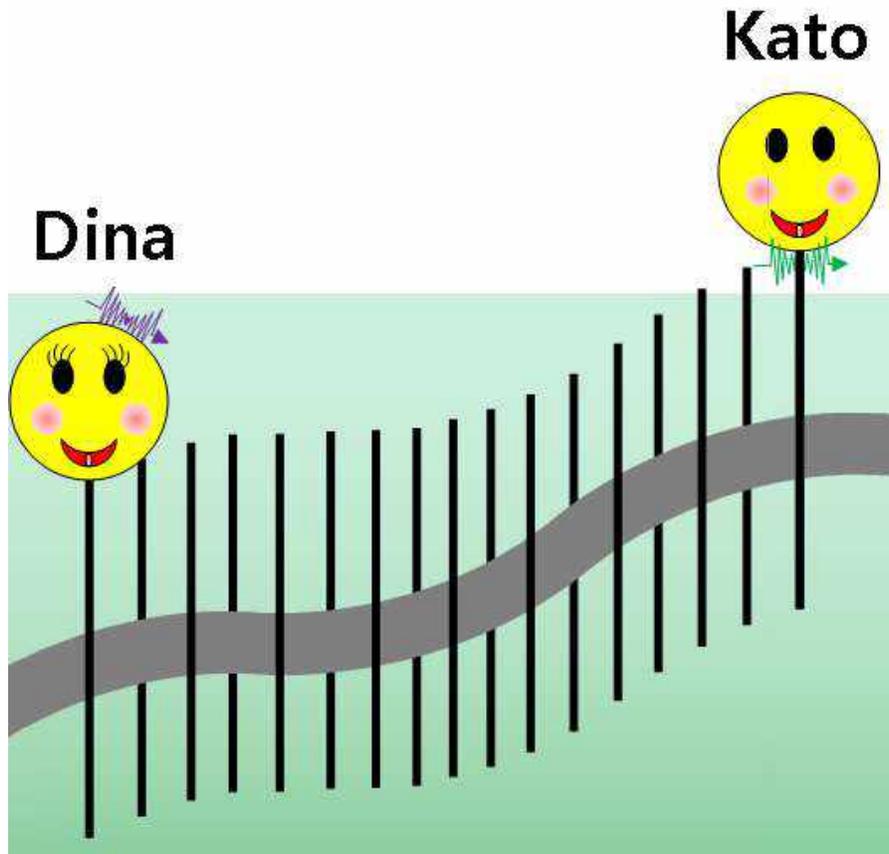
## Las aventuras de Kato y Dina en el Universo de las ondas

Kato y Dina son dos atípicas caritas amarillas en el mundo de los emojis (Ver figura 1).



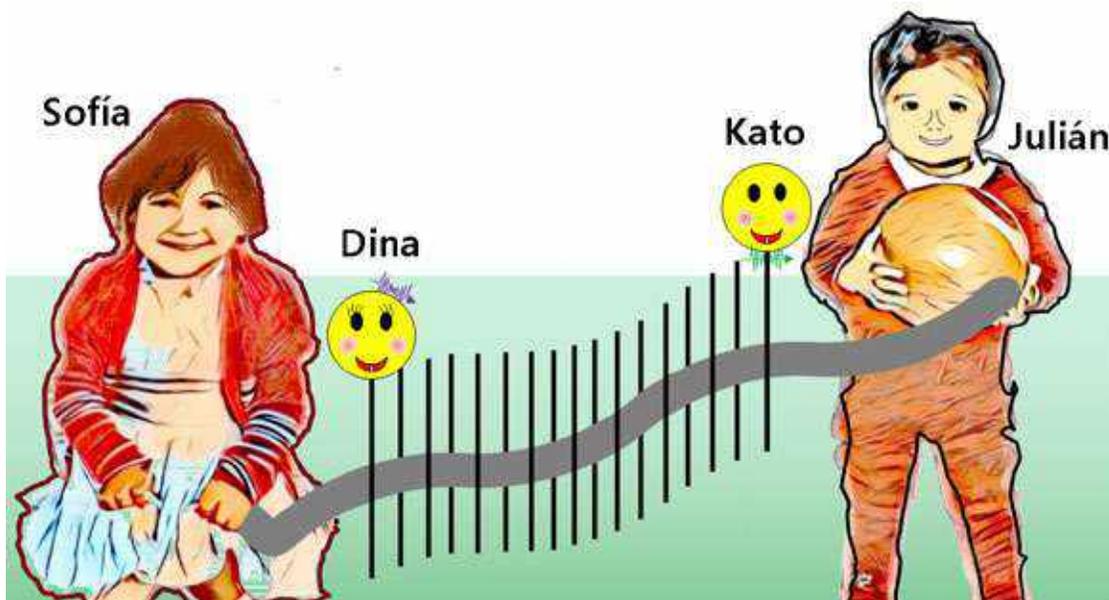
**Figura 1.** Kato y Dina, en el mundo de los emojis. Fondo adaptado de <https://www.freepik.es>

Kato vive en el extremo de un palito y Dina también, pero del lado opuesto, después de una larga hilera de palitos colocados en un caucho. Nacieron el día en que Sofía, en una tarde bochornosa, comenzó a pegar palitos de ensartar brochetas que sobraron del asado, en el caucho de un viejo pantalón de sudadera (ver figura 2).



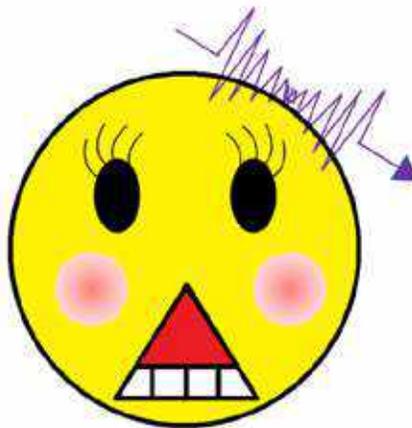
**Figura 2.** Kato y Dina, en el artefacto armado por Sofía. Elaboración propia.

Y entonces se acercó Julián, muy curioso del artefacto que armaba Sofía. Él le generaba a ella un azul vacío en la tripa. Sin embargo, ella no entendía, a sus seis años, nada de esas cosas que los grandes llaman amor. Y así, Sofía, para hacerlo cómplice de su juego, le pidió a Julián que estirase el caucho. Y los palitos se fueron separando de a poquitos. Julián tenía dos stickers de emoji y puso uno en un palito y, con una inocencia cómplice, le pasó el otro a Sofía, quien lo recibió agradecida con una amplia sonrisa y una mirada iluminada, como si fuera su mayor tesoro. Así, Kato en el extremo de Julián, y Dina en el extremo de Sofía, comenzaron a vivir aventuras sin parar (ver figura 3). Hasta aquí se dejó el cuento en la sesión uno y se animó a los niños a imaginar las aventuras que vivieron las caritas de emoji.



**Figura 3.** Kato, Dina, Sofía y Julián explorando el universo de las ondas.  
Elaboración propia.

La primera aventura que recuerdan Sofía y Julián, fue cuando Julián, en su infantil travesura, impulsó el palito que sostenía a Kato empujándolo con fuerza. Así sumergió a Kato en un remolino jamás vivido por un sticker emoji. En ese momento, Dina observaba de reojo el vaivén de Kato; y su tradicional carita feliz de emoji, se convirtió en una carita de terror-sorpresa (ver figura 4).



**Figura 4.** Expresión de Dina, luego ver el vaivén de Kato.  
Elaboración propia.

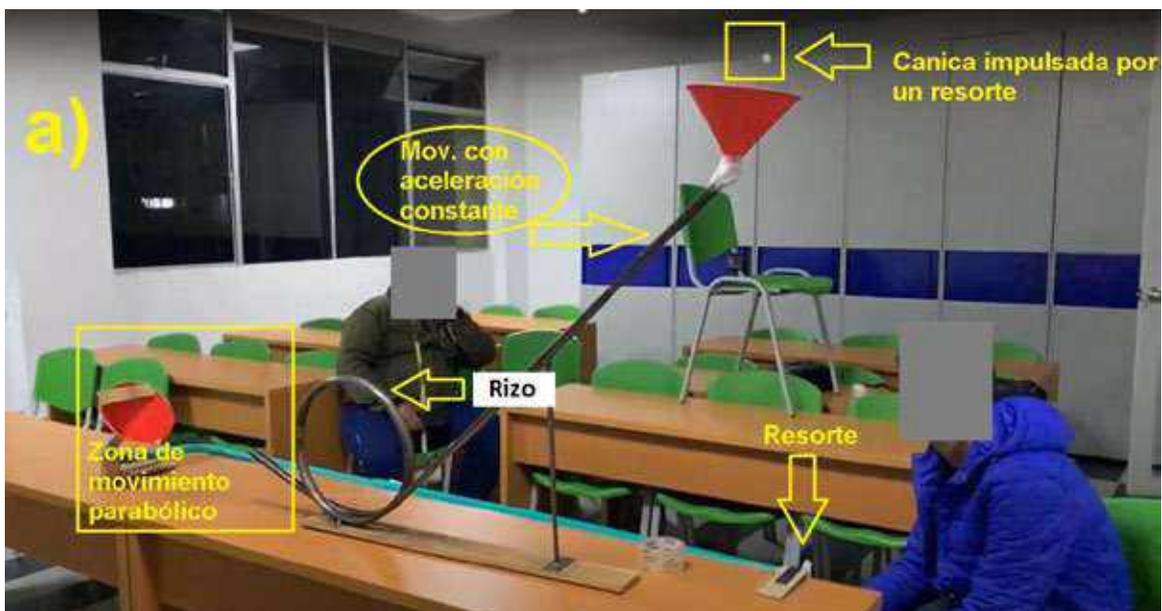




**Figura 6.** Foto de patrón de pulso ondulatorio en la vida real.  
 Archivo personal.

## Resultados

Este artículo no pretende mostrar estrictamente si las ecuaciones fueron aprendidas de memoria. Estos retos se enfocan más en la comprensión de la relación entre los conceptos abordados. Como resultado más evidente, se pudo ver la construcción de prototipos funcionales tal y como se muestran en la figura 7 para el caso de las montañas rusas. En los tres casos, la esfera pudo cruzar el rizo y los estudiantes comprendieron que esta acción depende de la velocidad de la esfera; si se lanza de una mayor altura, adquiere más velocidad.





**Figura 7.** Prototipos de montañas rusas realizadas por a) estudiantes universitarios. El tubo verde al borde posterior de la mesa es el retorno. En b) y c) éstas fueron realizadas por niños de 5 a 7 años con colaboración de sus padres. Llama la atención la diversidad de materiales empleados por los participantes. Fuente: Archivo Unimonserrate y CIRCOAP.

A los estudiantes universitarios se les retó a que la esfera fuese impulsada por un resorte y que hiciera un salto parabólico con retorno al punto inicial al salir del rizo. En este caso, comprendieron que la constante elástica de un resorte permite almacenar más energía potencial, por lo que, al lanzar la esfera, alcanza una mayor altura.

En el segundo reto, correspondiente al paracaídas, los estudiantes comprendieron que la forma del paracaídas y el número de puntos de amarre afecta la velocidad terminal de caída. También que el paracaídas debe ser diseñado de tal manera que deba contrarrestar el movimiento de caída libre que experimenta el huevo. Después de tres intentos de fabricación del artefacto, consiguieron que todos sus huevos sobrevivieran reduciendo al máximo el amortiguamiento. En la figura 8 se muestra uno de los modelos realizados por estudiantes universitarios.



**Figura 8.** Modelo final de paracaídas diseñado por uno de uno de los estudiantes. Fuente: Archivo Unimonsserrate y CIRCOAP.

En el caso del generador de ondas, donde uno de los modelos se presenta en la figura 6, los niños pudieron entender que el caucho es un medio de propagación de pulsos ondulatorios y les encantó el efecto visual obtenido. El cuento fue un motivador bastante adecuado que los incentivó a personificar y meterse en la realidad de la situación de los personajes para comprender conceptos tan abstractos como la propagación de pulsos ondulatorios. Algunos se dieron

cuenta que lo que imaginaban no coincidía con el resultado luego de hacer el experimento. Este ejercicio es una manera interesante de motivar a los niños a hacer hipótesis, sin hablar explícitamente del método científico, y contrastarlas con los experimentos que son dos pasos importantísimos que constituyen esta metodología. Para el caso de los estudiantes universitarios, se destacó que aparte de entender los conceptos, fue una experiencia divertida que los motivó también a trabajar en equipo.

## 1. Conclusiones

1. La gamificación, como estrategia, permite abordar conceptos de física en todas las edades y niveles, permitiendo la apropiación de conceptos de física de manera experiencial.
2. La gamificación por medio de retos retroalimentados es una manera adecuada para generar motivación intrínseca en los participantes, haciendo que se olviden de la nota y el tiempo dedicado a la tarea de construcción de prototipos y enfocándose en el aprendizaje de conceptos de física.
3. Los cuentos también permiten abordar temas científicos y la apropiación de algunos pasos del método científico para el caso de los niños.
4. Los procesos de gamificación pueden ser empleados tanto de manera presencial como de manera remota para abordar temáticas relacionadas con la ciencia.

## Referencias

Csikszentmihalyi, M. (1998). *Aprender a fluir*. Kairós.

Gaviria D. (2021). *Pedagogía de la Gamificación*. Universidad Católica de Pereira.

Giancoli, D. C. (2008). *Física para Ciencia e Ingeniería con Física Moderna*. Vol I. Editorial Pearson.

Sears, F. Zemansky, M. (2013). *Física Universitaria*. Vol. I. Editorial Pearson.

Serway, R.A. y Jewett, J.W. (2005). *Física Para Ciencias e Ingenierías Vol. I*. Editorial Thomson.





# REITUM



Unimonstrate