

Estrategia didáctica para el uso del software GeoGebra en el aprendizaje del movimiento y la fuerza en los estudiantes de Bachillerato General Unificado

Resumen: El currículo ecuatoriano promueve el uso de simulaciones para la enseñanza de Física. En esta investigación se diseña una estrategia didáctica para el uso de GeoGebra en el aprendizaje de los conceptos de movimiento y fuerza para los estudiantes de Bachillerato General Unificado. En este estudio cualitativo-exploratorio se aplicó un test y una encuesta a una muestra de estudiantes de este nivel, así como una entrevista al docente de Física para diagnosticar la disponibilidad de recursos y las dificultades en el aprendizaje de Física. Se encontró que los estudiantes perciben a la asignatura como difícil de aprender, poseen deficiencias en sus habilidades matemáticas, frecuentemente no dominan los contenidos previos y no comprenden la relación entre las variables implicadas en los fenómenos físicos. Posteriormente se desarrolló una estrategia didáctica que incluye simulaciones para que los estudiantes comprendan significativamente los fenómenos relacionados con estos contenidos.

Palabras clave: Dinámica. Simulación. Enseñanza-Aprendizaje. Recursos Educativos Digitales.

Didactic strategy for the use of GeoGebra software in learning movement and force in High School students

Abstract: The Ecuadorian curriculum promotes the use of simulations for the teaching of Physics. In this research, a didactic strategy is designed for the use of GeoGebra in the learning of the concepts of movement and force for the students at the High School. In this qualitative-exploratory study, a test and a survey were applied to a sample of students at this level, as well as an interview with the Physics teacher to diagnose the availability of resources and the difficulties in learning Physics. It was found that students perceive the subject as difficult to learn, have deficiencies in their mathematical skills, frequently do not master the previous contents and do not understand the relationship between the variables involved in physical phenomena. Subsequently, a didactic strategy was developed that includes simulations so that students significantly understand the phenomena related to these contents.

Keywords: Dynamic. Simulation. Teaching-Learning. Digital Educational Resources.

Estratégia didática para o uso do software GeoGebra na aprendizagem de movimento e força de estudantes do Ensino Médio

Resumo: O currículo equatoriano promove o uso de simulações para o ensino de Física. Nesta pesquisa é desenhada uma estratégia didática para a utilização do GeoGebra na aprendizagem dos conceitos de movimento e força para os estudantes do Ensino Médio. Neste estudo qualitativo-exploratório foi aplicado um teste e um inquérito a uma amostra de estudantes deste nível, bem como uma entrevista ao professor de Física para diagnosticar a disponibilidade de recursos e as dificuldades na aprendizagem da Física.

Eddy Ronaldo Cevallos-Molina

Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Manabí — Ecuador

 0000-0001-9507-3525

✉ ecevallos5434@utm.edu.ec

Ulises Mestre-Gómez

Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Manabí — Ecuador

 0000-0002-0553-4314

✉ ulises.mestre@utm.edu.ec

Recibido en: 28/03/2023

Aceptado en: 17/07/2023

Publicado en: 10/09/2023

Constatou-se que os estudantes percebem o assunto como difícil de aprender, apresentam deficiências em suas habilidades matemáticas, frequentemente não dominam os conteúdos anteriores e não compreendem a relação entre as variáveis envolvidas nos fenômenos físicos. Posteriormente, foi desenvolvida uma estratégia didática que inclui simulações para que os estudantes compreendam significativamente os fenômenos relacionados a esses conteúdos.

Palavras-chave: Dinâmico. Simulação. Ensino-aprendizagem. Recursos educacionais digitais.

1 Introducción

Según la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador, 2008), la educación es un derecho inalienable de las personas a lo largo de su vida y una responsabilidad inexcusable e ineludible del Estado. Por ende, se garantiza el acceso universal, la permanencia, la movilidad y el egreso sin discriminación alguna, estableciendo la obligatoriedad hasta el nivel de Bachillerato o su equivalente. Paralelamente, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, 2021a, 2021b) considera que la educación es un derecho humano para todos a lo largo de la vida, y que el acceso a esta debe ir acompañado de la calidad. Sin embargo, la pandemia causada por la Covid-19 ha tenido un impacto devastador en los sistemas educativos, lo cual ha resaltado la importancia de la educación digital para asegurar la continuidad del proceso de enseñanza-aprendizaje (Carvalho *et al.*, 2021).

La enseñanza se concibe como una acción voluntaria llevada a cabo por los profesores, dirigida a facilitar el aprendizaje de los estudiantes (Trujillo, León y Ordóñez, 2018). Para lograr resultados efectivos en la transformación del aprendizaje, la enseñanza debe ser organizada y estructurada adecuadamente, fomentando la apropiación innovadora de nuevos contenidos por parte del estudiante (Guevara, Salazar y Dávalos, 2019). Por otro lado, el proceso de aprendizaje implica una serie de actividades realizadas por los alumnos con el propósito de obtener resultados destacados o cambios en su comportamiento intelectual, afectivo-volitivo y psicomotriz (Molina-García y García-Farfán, 2019). Sin embargo, es crucial entender el Proceso Enseñanza-Aprendizaje (PEA) como un proceso indivisible, en el que los sujetos educativos interactúan, de manera continua, considerando los aspectos bio-psico-físico-socioculturales que lo rodean con un enfoque sistémico y multidimensional (Gutiérrez y Ayala, 2021). En este sentido, el PEA se concibe como el espacio donde el alumno es el protagonista principal y el profesor asume el rol de facilitador de los procesos de aprendizaje (Abreu *et al.*, 2018).

De acuerdo con Collazos y Castrillón (2019), en la actualidad, los estudiantes

muestran menor interés en el aprendizaje a través de los métodos de enseñanza tradicionales, como los empleados en el estudio de la Física. Este enfoque suele centrarse en la resolución de problemas cuantitativos, dejando de lado los problemas cualitativos y actividades experimentales, lo que conlleva a fuertes debilidades en la comprensión de los conceptos de los fenómenos físicos. Esto, a pesar de que la conceptualización es fundamental para el desarrollo cognitivo (Navarro, Arrieta y Delgado, 2017). Asimismo, Mendoza, Alvarado e Inzunza (2018) sostienen que la mayoría de los estudiantes enfrentan dificultades en la representación de los fenómenos físicos y en la utilización de modelos de representación con las variables que interactúan en un sistema.

Históricamente, la Física ha sido clasificada en cinco ramas: Mecánica clásica; Termodinámica; Vibraciones y ondas; Electricidad y magnetismo; y, Física moderna. En Ecuador, esta asignatura se imparte a lo largo de tres niveles del Bachillerato General Unificado (BGU), con una duración de 10 meses cada uno. Para cubrir los temas de las cinco ramas mencionadas, el currículo se ha diseñado con la distribución de 6 bloques curriculares: movimiento y fuerza; energía, conservación y transferencia; ondas y radiación electromagnética, la Tierra y el universo, la Física hoy, y la Física en acción (Ecuador, 2019). Estos bloques se complementan con los conocimientos adquiridos en las Ciencias Naturales durante la Educación General Básica. En esta investigación, debido a la extensión del currículo de Física, solo se considerará el primer bloque (movimiento y fuerza).

El Bloque 1 del currículo profundiza en los contenidos del Bloque 3 de Educación General Básica, específicamente en Materia y Energía. Comienza analizando el desplazamiento, la velocidad y la aceleración para estudiar el movimiento con aceleración constante de un objeto en línea recta. Luego, se aborda el movimiento en dos dimensiones, fundamental para comprender conceptos como la Cinemática y la Dinámica, así como el movimiento circular y las fuerzas centrípeta y tangencial. Además, se estudia la aplicación de las leyes de Newton a un sistema de fuerzas y se aborda la fuerza elástica y el movimiento armónico simple.

El Ministerio de Educación — MinEduc (Ecuador, 2019) destaca que, ante el crecimiento exponencial de la Ciencia y la Tecnología, es necesario replantear la forma de aprender y enseñar, proponiendo la modernización de los métodos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en áreas experimentales como la Física. En este sentido, se recomienda el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la

asignatura de Física, ya que facilitan el desarrollo de habilidades de debate, explicación y exposición de ideas en los estudiantes.

Diversos estudios, como los de Capote, Robaina y Capote (2021) y Jiménez y Jiménez (2017), han demostrado que la inclusión de las TIC en diferentes asignaturas mejora la calidad del aprendizaje de los estudiantes y ayuda a los profesores en su enseñanza, fortaleciendo tanto el pensamiento matemático de los estudiantes como las habilidades tecnológicas de los profesores. Incorporar las TIC en el proceso educativo potencia la transmisión, creación, difusión y consolidación del conocimiento, promoviendo el aprendizaje cognitivo, procedimental y actitudinal (Guachún y Espadero, 2021). Sin embargo, es importante tener en cuenta que no se deben desplazar completamente los materiales didácticos convencionales, y se sugiere combinar los materiales digitales con los tradicionales durante la enseñanza presencial (Hernández, Arteaga y Del Sol, 2021).

En el ámbito de la Física, el uso de tecnologías digitales, como simuladores y videojuegos, permite vincular de manera efectiva los hechos e ideas relacionadas con fenómenos físicos, enlazándolos con marcos teóricos sólidos (Rubio, Prieto y Ortiz, 2016). Es así como el currículo ecuatoriano promueve el uso de simulaciones como una estrategia para emplear la tecnología digital en la enseñanza de la Física (Ecuador, 2019). Las simulaciones resultan especialmente útiles en la representación de fenómenos dinámicos y representan una herramienta valiosa para situaciones en las que los experimentos prácticos resultan costosos o peligrosos para los estudiantes (Chagas, Antunes y Alves, 2021).

En el contexto educativo, GeoGebra es ampliamente recomendado como una plataforma versátil y poderosa. Concebida por Markus Hohenwarter en su trabajo de tesis de Maestría en 2002, esta herramienta combina de forma dinámica Geometría, Álgebra, Estadística, Probabilidad y Cálculo (Arteaga, Medina y Del Sol, 2019; Guachún y Espadero, 2021). GeoGebra se destaca por ser de libre distribución y fácil de usar gracias a su interfaz intuitiva. Además, cuenta con una comunidad experta que comparte información y conocimiento, lo que contribuye a su enriquecimiento continuo (Carvalho, Vieira y Fernández, 2020). Otra ventaja es que es compatible con computadoras, tabletas y celulares, e incluso puede utilizarse sin conexión a Internet (Chagas, Antunes y Alves, 2021).

Mediante GeoGebra, es posible desarrollar simulaciones auténticas, adaptables y

ajustables, utilizando herramientas de construcción y medición, así como opciones dinámicas como puntos, vectores, circunferencias, deslizadores, segmentos, rectas, secciones cónicas o funciones gráficas en dos o tres dimensiones (Dias y Chulek, 2020; Rubio, Prieto y Ortiz, 2016). Investigaciones, como la realizada por Prieto, Castillo y Márquez (2020), destacan que la elaboración de simuladores con GeoGebra fortalece las formas de colaboración humana entre profesores y estudiantes, fomentando la responsabilidad, el compromiso y el cuidado mutuo.

Diversos estudios, como el de Mthethwa *et al.* (2020), han demostrado que incluso en entornos con recursos tecnológicos limitados, como zonas rurales, el uso efectivo de GeoGebra puede afectar positivamente el aprendizaje de los estudiantes, desarrollando un pensamiento más analítico y de orden superior.

El uso de GeoGebra como herramienta didáctica ha demostrado ser muy efectivo en la modelación de fenómenos físicos, permitiendo representarlos mediante la construcción de escenarios adecuados que facilitan la comprensión de conceptos (Guachún y Espadero, 2021). Numerosas experiencias en clases de temas de movimiento y fuerza han mostrado que su uso eleva la calidad del aprendizaje y motiva a los estudiantes. Se han abordado diferentes temas, tales como vectores, distintos tipos de movimiento (uniforme, oscilatorio, parabólico, armónico simple, entre otros), equilibrio de cuerpos rígidos, carga eléctrica, campo eléctrico, ley de Coulomb, ondas electromagnéticas, entre otros (Chagas, Antunes y Alves, 2021; Collazos y Castrillón, 2019; Ferreira y Ribeiro, 2015; Gutiérrez y Castillo, 2020; Meggiolaro, Dos Santos y De Andrade, 2021; Meggiolaro y De Andrade, 2020; Sánchez y Sánchez, 2020; Tenório y Borges, 2019).

En resumen, el software GeoGebra posee grandes potencialidades para mejorar el proceso de aprendizaje de la Física. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es diseñar una estrategia didáctica que incorpore el uso de GeoGebra en el aprendizaje del movimiento y fuerza para los estudiantes de Bachillerato General Unificado.

2 Diagnóstico de la situación inicial

La Unidad Educativa Fiscal Monserrate Álava de González, situada en la ciudad de Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador, fue seleccionada como estudio de caso. Esta institución educativa es de carácter público, mixto y en la actualidad cuenta con una matrícula de 1418 estudiantes. Su funcionamiento fue autorizado inicialmente

como colegio particular por el MinEduc en el año 1985, con la apertura del primer curso, que actualmente corresponde al Octavo Año de Educación General Básica. Posteriormente, entre los años 1989 y 1991, se implementaron los tres niveles de Bachillerato. En la actualidad, ofrece los servicios educativos de Educación Inicial I y II, Preparatoria; Básica Elemental, Media y Superior; y Bachillerato.

Para llevar a cabo el diagnóstico de la disponibilidad de recursos tecnológicos, el estado de la conexión a Internet y los intereses de los estudiantes de BGU en relación con las TIC, se aplicó una encuesta a una muestra de 84 estudiantes (18,30% de la población total de estudiantes de BGU). Esta muestra incluye a 35 estudiantes de segundo año BGU-Ciencias, 22 de primer año BGU-Ciencias y 27 de primer año BGU-Técnico.

Además, se llevó a cabo un test de percepción dirigido a evaluar las principales dificultades en el aprendizaje de la Física. Para el desarrollo de este test, se siguieron las recomendaciones de Matas (2018). El test constó de 17 enunciados, los cuales se presentan en la Tabla 1. Se intercalaron enunciados favorables y desfavorables, y las opciones de respuesta para cada enunciado fueron las siguientes, según la escala Likert: “totalmente en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”.

Para el tratamiento de los datos, se aplicó la metodología empleada por Collazos y Castrillón (2019). Cada enunciado del test de percepción recibió una valoración numérica del 1 al 5, donde el valor 1 representó “totalmente en desacuerdo” y el valor 5 “totalmente de acuerdo” para los ítems favorables, mientras que se utilizó una escala inversa para los ítems desfavorables.

Para calcular el valor promedio de cada enunciado, se multiplicó la valoración asignada a cada alternativa de respuesta por su frecuencia de elección. Luego, se sumaron los productos obtenidos y este resultado se dividió por el tamaño de la muestra, que en este caso es 84 estudiantes.

Tabla 1: Enunciados del test aplicado a los estudiantes

Nº	Enunciados	Intención
1	Considero que la enseñanza de la Física es importante para la formación del estudiante	Favorable
2	Considero que la Física tiene poca utilidad académica y práctica	Desfavorable
3	La asignatura es fácil de aprender y dominar	Favorable
4	Frecuentemente no me interesa resolver los problemas de Física planteados por el docente	Desfavorable

5	Me gusta realizar cálculos matemáticos	Favorable
6	Poseo deficiencias en mis habilidades matemáticas y por ello se me dificulta la realización de ejercicios de Física	Desfavorable
7	Casi siempre me siento motivado por participar en clases	Favorable
8	Los ejercicios realizados no se relacionan con la vida cotidiana	Desfavorable
9	La velocidad con la que se imparten los conceptos en las clases de Física es suficiente para comprenderlos	Favorable
10	Considero que frecuentemente no domino los contenidos previos necesarios para entender un nuevo tema	Desfavorable
11	Las clases se desarrollan a partir de las experiencias o conocimientos previos	Favorable
12	Me resulta difícil interpretar adecuadamente los enunciados en los ejercicios	Desfavorable
13	Puedo representar mentalmente los fenómenos físicos estudiados	Favorable
14	Se me dificulta interpretar las gráficas de un fenómeno físico	Desfavorable
15	Puedo construir fácilmente gráficos del fenómeno planteado	Favorable
16	Frecuentemente no comprendo la relación entre las variables que intervienen en los fenómenos físicos estudiados	Desfavorable
17	Comprendo cómo emplear los datos del enunciado de los problemas para expresarlos en términos matemáticos	Favorable

Fuente: Datos de la investigación

Los enunciados que obtuvieron un valor promedio inferior a 3 indican que los estudiantes poseen debilidades en el aspecto analizado, mientras que los enunciados con un valor promedio igual o superior a 3 sugieren que los estudiantes tienen una percepción más favorable en esa área. Los resultados de los valores promedios obtenidos para cada enunciado se muestran en la Figura 1.

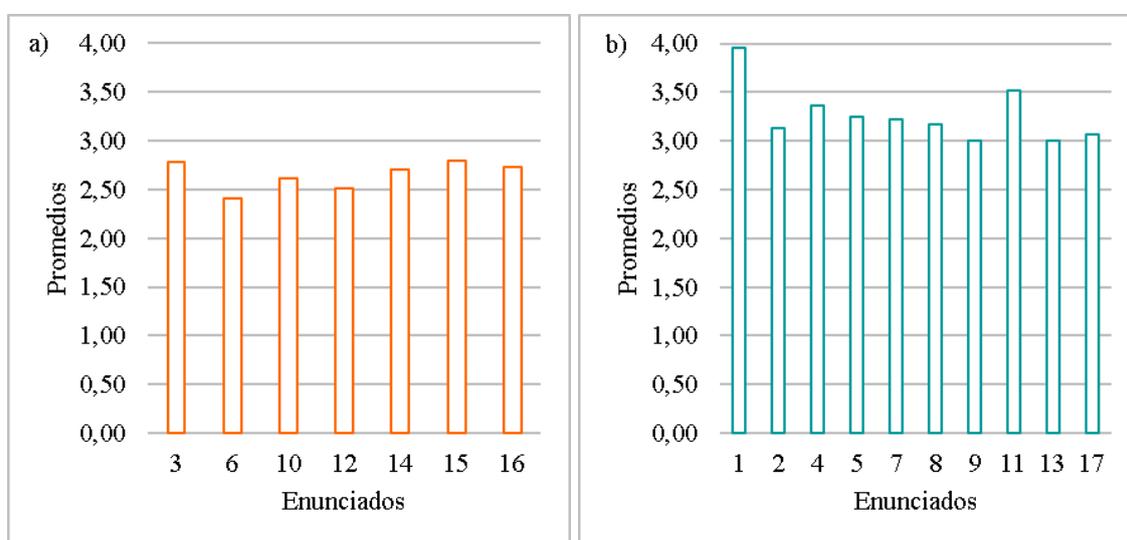


Figura 1: Promedio obtenido por los enunciados del test. a) Enunciados con promedios inferiores a 3, b) Enunciados con promedios iguales o superiores a 3 (Datos de la investigación)

El enunciado 1 fue el que tuvo el promedio más elevado (3,95); la mayoría de los estudiantes encuestados consideran que la enseñanza de la Física es importante para su

formación académica. En contraparte, el enunciado 6 tuvo el promedio más bajo (2,40), ya que gran parte de los estudiantes consideraron que se les dificulta realizar ejercicios de Física debido a las deficiencias en sus habilidades matemáticas (Elizondo, 2013). Por otro lado, se halló que se percibe a la asignatura de Física como difícil de aprender y dominar; esto es concordante con los estudios realizados por Jiménez y Jiménez (2017) y Trujillo, León y Ordóñez (2018).

Otro factor que dificulta considerablemente el aprendizaje de la Física es el dominio de los contenidos previos necesarios para entender un nuevo tema, por lo que el docente de la asignatura refuerza estos temas en caso de ser necesario y realiza trabajos en clases para verificar el progreso de los estudiantes; asimismo, mencionó que este problema se ha visto mayoritariamente en este periodo académico post-pandemia, por lo que aproximadamente el 30% de los estudiantes no alcanza a dominar los aprendizajes requeridos durante el periodo ordinario de clases y necesitan el supletorio para nivelarse.

Por otra parte, el diagnóstico reveló que frecuentemente los estudiantes no comprenden la relación entre las variables que intervienen en los fenómenos físicos y se les dificulta interpretar adecuadamente los enunciados en los ejercicios e interpretar y construir las gráficas. Estos problemas han sido identificados en estudios previos; es así que Mendoza, Alvarado e Inzunza (2018) y Tenório y Borges (2019) indican que en el estudio de los distintos tipos de movimiento y de las causas que lo originan, los estudiantes suelen presentar insuficiencia en las competencias de comprender la relación algebraica entre las variables que interactúan en un sistema y construir y analizar gráficos, lo cual indica un déficit en la comprensión de conceptos del fenómeno físico.

En este contexto, se recomienda considerar las potencialidades de los simuladores para incrementar el interés de los estudiantes y facilitar la comprensión de los conceptos (Mendoza, Alvarado y Inzunza, 2018; Sánchez y Sánchez, 2020). Se ha demostrado que el uso de GeoGebra permite aprender mejor y con mayor rapidez los conceptos, los estudiantes se sienten motivados al trabajar y participan de forma activa en el proceso de aprendizaje; esto debido a que la enseñanza con este software está centrada en el estudiante (Guachún y Espadero, 2021; Silva y Araujo, 2020).

Aunque en el análisis realizado se han considerado principalmente a los enunciados con promedios inferiores a tres, cabe destacar que los demás enunciados, a excepción del 11 y del 1, se encuentran entre 3 y 3,5; por lo que también se les debe prestar especial atención y fomentar los aspectos analizados en los mismos.

Por otro lado, los resultados de las encuestas se sintetizan en orden decreciente en la Tabla 2. Entre los datos favorables se destaca que: el 96,43% de los estudiantes posee wifi en su domicilio, el 72,62% no posee problemas de conectividad, el 94,05% posee acceso a algún dispositivo tecnológico, el 76,19% emplean el internet para la educación y aprendizaje y más de la mitad de los estudiantes están conectados a Internet más de 4h al día; lo que evidencia que incluir los dispositivos tecnológicos para el aprendizaje de la Física podría ser factible. No obstante, hay un 1,19% de los estudiantes que no accede a Internet, un 5,95% que no tiene acceso a un dispositivo tecnológico y un 17,86% que poseen Internet inestable; por lo cual se recomienda emplear los recursos tecnológicos disponibles en la unidad educativa, emplear herramientas no sincrónicas, y/o recursos impresos y digitales variados de acuerdo con lo propuesto por Hernández, Arteaga y Del Sol (2021).

Tabla 2: Recursos tecnológicos y conectividad de los estudiantes de Bachillerato General Unificado

Formas de acceso a Internet		Uso de Internet		Tiempo de uso de Internet	
Wifi en su vivienda	96,43%	Redes sociales	84,52%	Más de 4h	53,57%
Plan celular	7,14%	Educación	76,19%	De 3h a 4h	14,29%
Centros públicos	5,95%	Juegos	52,38%	De 1h a 2h	9,52%
No accede	1,19%	Noticias	41,67%	De 2h a 3h	9,52%
		No usa	1,19%	Acceso limitado	8,33%
Problemas de conectividad		Dispositivos tecnológicos		1h o menos	3,57%
No posee	72,62%	Teléfono inteligente	92,86%	No accede	1,19%
Internet inestable	17,86%	Laptop	54,76%		
Falta de dispositivo	5,95%	Computadora	28,57%		
Falla del dispositivo	4,76%	Tablet	11,90%		
		No tiene	5,95%		

Fuente: Datos de la investigación

En el estudio realizado, se llevó a cabo una entrevista abierta con un docente de la asignatura de Física, seleccionado debido a su experiencia en el BGU y a su formación académica. Esta entrevista tuvo el propósito de complementar las respuestas proporcionadas por los estudiantes y obtener información adicional sobre la disponibilidad de recursos en la Unidad Educativa.

Según lo mencionado por el docente, la institución cuenta con un laboratorio de Computación equipado con 20 computadoras y un proyector. Esto sugiere una oportunidad para emplear recursos tecnológicos y herramientas digitales en el proceso de

enseñanza y aprendizaje de la Física.

El docente considera que sería apropiado incrementar el número de horas semanales destinadas a la Física de 2 a 4 horas, como se impartía en años pasados. Esta extensión permitiría evaluar y asesorar de manera más efectiva el aprendizaje de los estudiantes, especialmente considerando que gran parte de ellos no refuerza los conocimientos en casa.

Respecto al contenido de los libros de texto del MinEduc, el docente considera que está bien establecido y estructurado. Sin embargo, también menciona que, aunque se ha intentado modernizar la educación mediante el uso de las TIC, aún existe una falta de inversión en recursos tecnológicos y un asesoramiento adecuado a los estudiantes y profesores para aprovechar de manera óptima estos recursos.

3 Desarrollo de simulaciones con GeoGebra

El desarrollo de las simulaciones con GeoGebra sobre los temas de movimiento y fuerza se basó en diversos elementos, considerando antecedentes de estudios previos sobre dificultades en el aprendizaje de la Física, recomendaciones para el uso de recursos tecnológicos en la educación y las necesidades curriculares y didácticas de la asignatura.

Los contenidos teóricos para las simulaciones fueron seleccionados de acuerdo con los lineamientos curriculares para el Bachillerato ecuatoriano, y se extrajeron de los libros de texto integrado del MinEduc para los diferentes niveles del BGU. Los temas considerados fueron: Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), Movimiento parabólico (MP), Movimiento vertical (MV), Movimiento circular uniforme (MCU), Movimiento circular uniformemente acelerado (MCUA), Leyes de Newton y Ley de Hooke. Las Tablas 3 y 4 presentan la simbología y las ecuaciones relacionadas con los temas mencionados.

Tabla 3: Significado de la simbología empleada en las ecuaciones de los movimientos

Símbolo	Significado	Unidad
x	posición (en eje x u horizontal)	m
v	velocidad	m/s
Δ	incremento de	-
t	tiempo	s
a	aceleración	m/s ²
α	ángulo con la horizontal o aceleración angular*	°, rad/s ²
y	posición (en eje y o vertical)	m
g	gravedad	m/s ²

t_v	tiempo de movimiento o de vuelo	s
φ	ángulo girado	rad
ω	velocidad angular	rad/s
v_l	velocidad lineal	m/s
r	radio de la circunferencia	m
a_n	aceleración normal o centrípeta	m/s^2
a_t	aceleración tangencial	m/s^2
\vec{F}	fuerza	N
m	masa	kg
p	peso	N
N	fuerza normal	N
F_r	fuerza de rozamiento	N
μ	coeficiente de rozamiento	-
k	constante elástica	N/m
l	longitud	m

*Solo para MUA representa aceleración angular [rad/s] (Autoelaboración)

En el desarrollo de las simulaciones con GeoGebra se adoptó el sistema de coordenadas (0, 0) del plano en la vista gráfica como sistema de referencia. Además, para simplificar el estudio del movimiento y facilitar el desarrollo de las simulaciones, se decidió emplear cuerpos móviles puntuales. Esta simplificación permite visualizar de manera más clara y sencilla las variables (desplazamiento, velocidad, aceleración, fuerzas, entre otras) que actúan sobre los objetos en movimiento.

Además, GeoGebra ofrece la flexibilidad de utilizar puntos móviles y herramientas de animación para representar el desplazamiento de estos cuerpos a lo largo del tiempo, lo que enriquece la experiencia de aprendizaje de los estudiantes al observar de manera gráfica y dinámica los conceptos físicos.

Tabla 4: Ecuaciones teóricas y empleadas en el simulador

Temas	Ecuaciones	
	Teóricas	Empleadas en el simulador
MRU	$x = x_0 + v \cdot \Delta t$ $v = \Delta x / \Delta t$	$p = p_0 + vt$
MRUA	$x = x_0 + v_0 \cdot \Delta t + a \cdot \Delta t^2 / 2$ $v = v_0 + a \cdot \Delta t$	$p = p_0 + v_0 t + at^2 / 2$ $v = v_0 + at$
MP	$x = x_0 + (v_0 \cos \alpha) \Delta t$ $y = y_0 + (v_0 \sin \alpha) \Delta t - g \cdot \Delta t^2 / 2$ $v_x = v_0 \cos \alpha$ $v_y = v_0 \sin \alpha - g \cdot \Delta t$ $t_v = (2v_0 \sin \alpha) / g$	$p = v_x t$ $h = v_0 \sin(\alpha) t - 9.8 t^2 / 2$ $v_x = v_0 \cos(\alpha)$ $v_y = v_0 \sin(\alpha) - 9.8 t$ $t_v = (2v_0 \sin(\alpha)) / 9.8$
MV	$y = y_0 + v_0 \cdot \Delta t - g \cdot \Delta t^2 / 2$	$h = h_0 + v_0 t - 9.8 t^2 / 2$

	$v = v_0 - g \cdot \Delta t$ $v_0 > 0 \Rightarrow y_{\text{máx}} = v_0^2 / (2g) + y_0$	$v = v_0 - 9.8t$ $v_0 > 0 \Rightarrow h_{\text{máx}} = v_0^2 / (2 \cdot 9.8) + h_0$
MCU	$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot \Delta t$ $v_l = r \cdot \omega$ $a_n = r \cdot \omega^2$	$a = a_0 + Wt$ $v_l = rW$ $a_n = rW^2$
MCUA	$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 \cdot \Delta t + \alpha \cdot \Delta t^2 / 2$ $\omega = \omega_0 + \alpha \cdot \Delta t$ $v_l = r \cdot \omega$ $a_n = r \cdot \omega^2$ $a_t = r \cdot \alpha$	$a = a_0 + W_0 t + \alpha t^2 / 2$ $W = W_0 + \alpha t$ $v_l = rW$ $a_n = rW^2$ $a_t = r\alpha$
Leyes de Newton	$\vec{F} = m \cdot a$ $p = m \cdot g$ $p_x = p \text{ sen } \alpha$ $p_y = p \text{ cos } \alpha$ $N = p_y$ $F_r = \mu \cdot N$	$F = ma$ $p = 9.8m$ $p_x = p \text{ sen}(\alpha)$ $p_y = p \text{ cos}(\alpha)$ $N = p_y$ $F_r = \mu N$
Ley de Hooke	$F = k \cdot \Delta l$	$F = k(l - l_0)$

Fuente: Autoelaboración

Es importante destacar que el diseño de las simulaciones se llevó a cabo con el objetivo de ser coherentes con los contenidos teóricos y curriculares establecidos en el currículo de Física ecuatoriano. Además, se buscó utilizar un enfoque didáctico que facilite la comprensión y el aprendizaje de los conceptos de movimiento y fuerza por parte de los estudiantes. En la Tabla 5 se presentan los algoritmos con los que se desarrollaron las simulaciones de movimiento y fuerza.

Al adoptar estas decisiones metodológicas en el diseño de las simulaciones, se busca facilitar la comprensión de los conceptos de movimiento y fuerza por parte de los estudiantes de manera más efectiva y dinámica, al tiempo que se promueve un enfoque más práctico y visual para el estudio de la Física.

Tabla 5: Algoritmos empleados para el desarrollo de las simulaciones de movimiento y fuerza

MRU	MRUA
<code>p_0 = Deslizador(-5,10,0.01,0,200,false,true,false,false)</code>	<code>p_0 = Deslizador(-5,10,0.01,0,200,false,true,false,false)</code>
<code>v = Deslizador(0,10,0.01,0,200,false,true,false,false)</code>	<code>v_0 = Deslizador(0,10,0.01,0,200,false,true,false,false)</code>
<code>t = Deslizador(0,10,0.01,0.5,200,false,true,true,false)</code>	<code>t = Deslizador(0,10,0.01,0.5,200,false,true,true,false)</code>
<code>p = p_0 + vt</code>	<code>a = Deslizador(-5,10,0.01,0,200,false,true,false,false)</code>
<code>C = (p,0)</code>	<code>p = p_0 + v_0 t + (at^2)/2</code>
<code>texto1 = Texto("Posición (x) = "+p+" m")</code>	<code>v = v_0 + at</code>

MP	MV
	$C = (p,0)$ texto1 = Texto("Posición (x) = "+p+" m") texto2 = Texto("Velocidad (v) = "+v+" m/s")
$v_0 = \text{Deslizador}(10,100,0.01,0,200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $\alpha = \text{Deslizador}(10^\circ, 90^\circ, 0.01^\circ, 0, 200, \text{true}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $t_v = (2 v_0 \text{ sen}(\alpha))/9.8$ $t = \text{Deslizador}(0, t_v, 0.01, 0.5, 200, \text{false}, \text{true}, \text{true}, \text{false})$ $v_x = v_0 \cos(\alpha)$ $v_y = v_0 \text{ sen}(\alpha) - 9.8t$ $p = v_x t$ $h = v_0 \text{ sen}(\alpha)t - (9.8t^2)/2$ $C = (p, h)$ $V_{vx} = (x(C) + v_x/10, h)$ $V_{vy} = (p, y(C) + v_y/10)$ $v_x = \text{Vector}(C, V_{vx})$ $v_y = \text{Vector}(C, V_{vy})$ texto1 = Texto("Posición (x) = "+p+" m") texto2 = Texto("Posición (y) = "+h+" m") texto3 = Texto("Velocidad en x (v_x) = "+v_x+" m/s") texto4 = Texto("Velocidad en y (v_y) = "+v_y+" m/s")	$h_0 = \text{Deslizador}(0, 50, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $v_0 = \text{Deslizador}(-5, 5, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $t = \text{Deslizador}(0, 10, 0.01, 0.5, 200, \text{false}, \text{true}, \text{true}, \text{false})$ $h_f = h_0 + v_0 t - (9.8t^2)/2$ $h = \text{Si}(h_f > 0, h_f, 0)$ $C = (0, h)$ $vD = \text{Si}(h > 0, 0.5, 0)$ $t = \text{Deslizador}(0, 10, 0.01, vD, 200, \text{false}, \text{true}, \text{true}, \text{false})$ $v = v_0 - 9.8t$ $h_{\text{máx}} = \text{Si}(v_0 > 0, v_0^2/(2*9.8) + h_0, h_0)$ texto1 = Texto("Posición (y) = "+h+" m") texto2 = Texto("Velocidad (v) = "+v+" m/s") texto3 = Texto("Altura máxima (h_máx) = "+h_máx+" m")
MCU ($\alpha = 0$) y MCUA ($\alpha \neq 0$)	
<p>La unidad angular del MCU y del MCUA es el radián (rad), y la unidad angular por defecto en GeoGebra son los grados; por lo que para modificar la unidad angular debe dirigirse a la esquina superior derecha de la pantalla y seleccionar el símbolo $\equiv > \text{Propiedades} > \mathcal{N} > \text{Unidad angular}$, y escoja Radianes.</p>	
$\alpha = \text{Deslizador}(-1, 1, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $W_0 = \text{Deslizador}(-2, 2, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $r = \text{Deslizador}(0.1, 5, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $W = \text{Deslizador}(W_0, 5, \alpha, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $c: \text{Circunferencia}((0,0), r)$ $C_0 = \text{Punto}(c)$ $C = \text{Punto}(c)$ $a = \text{Ángulo}(C_0, (0,0), C)$ $vW = \text{Si}(W \leq 5 - \alpha, \alpha, 0)$ $W = \text{Deslizador}(W_0, 5, \alpha + 0.00001, vW, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $vC = \text{Si}(W \leq 5 - \alpha, W, 0)$ Clic derecho en C, seleccionar Propiedades > Álgebra, y en Velocidad escribir vC	$a_n = rW^2$ $a_t = r\alpha$ $d: \text{Tangente}(C, c)$ $e: \text{Recta}(C, (0,0))$ $f: \text{Circunferencia}(C, \text{abs}(v/4))$ $g: \text{Circunferencia}(C, a_n/20)$ $h: \text{Circunferencia}(C, \text{abs}(a_t))$ $F = \text{Si}(W > 0, \text{Interseca}(f, d, 1), \text{Interseca}(f, d, 2))$ $G = \text{Interseca}(g, e, 2)$ $H = \text{Si}(W > 0, \text{Interseca}(h, d, 1), \text{Interseca}(h, d, 2))$ $p = \text{Vector}((0,0), C)$ $v_1 = \text{Vector}(C, F)$ $a_n = \text{Vector}(C, G)$ $a_t = \text{Vector}(C, H)$ texto1 = Texto("Velocidad lineal (v) = "+v+" m/s") texto2 = Texto("Aceleración normal (a_n) = ")

Luego, para fijar C_0, en su Velocidad escribir 0 $v = rW$	"+an+" m/s" texto3 = Texto("Aceleración tangencial (a_t) = "+at+"m/s")
Leyes de Newton	Ley de Hooke
$\alpha = \text{Deslizador}(0^\circ, 30^\circ, 0.01^\circ, 0, 200, \text{true}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $u = \text{Deslizador}(0, 0.3, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $m = \text{Deslizador}(2, 5, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $F_x = \text{Deslizador}(0, 10, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $A = (10, 0)$ $B = (0, 10 \text{ tg}(\alpha))$ $b = \text{Segmento}(A, B)$ $d = \text{raíz}(\sqrt{(y(B) - y(A) - \text{tg}(\alpha))^2 + (x(A) - x(B) - 1)^2})$ $\text{peso} = 9.8m$ $\text{pesox} = \text{peso} \text{ sen}(\alpha)$ $\text{pesoy} = \text{peso} \text{ cos}(\alpha)$ $\text{norm} = \text{pesoy}$ $\text{Fr} = u \text{ norm}$ $a = (\text{pesox} + F_x - \text{Fr})/m$ $t_f = \text{raíz}(\sqrt{(2d)/\text{abs}(a)}, 2)$ $M_t = \text{Si}(a \leq 0, 0, t_f)$ $t = \text{Deslizador}(0, M_t, 0.01, 0.5, 200, \text{false}, \text{true}, \text{true}, \text{false})$ $v = at$ $x_t = (vt)/2$ $x_x = x_t \text{ cos}(\alpha)$ $x_y = x_t \text{ sen}(\alpha)$ $C = (0 + x_x, 10 \text{ tg}(\alpha) - x_y)$ $D = (1 + x_x, 9 \text{ tg}(\alpha) - x_y)$ $\text{pol1} = \text{Polígono}(C, D, 4)$ Se originan automáticamente los puntos E y F y los segmentos: f, g, h, i $G = \text{PuntoMedio}(f)$ $H = \text{PuntoMedio}(h)$ $j = \text{Segmento}(G, H)$ $I = \text{PuntoMedio}(j)$ $p = \text{Vector}(I, (x(I), y(I) - \text{peso}/5))$ $p_x = \text{Vector}(I, (x(I) + \text{pesox} \text{ cos}(\alpha)/5, y(I) - \text{pesox} \text{ sen}(\alpha)/5))$ $p_y = \text{Vector}(I, (x(I) - \text{pesoy} \text{ sen}(\alpha)/5, y(I) - \text{pesoy} \text{ cos}(\alpha)/5))$ $N = \text{Vector}(I, (x(I) + \text{norm} \text{ sen}(\alpha)/5, y(I) + \text{norm} \text{ cos}(\alpha)/5))$ $F_r = \text{Vector}(I, (x(I) - \text{Fr} \text{ cos}(\alpha)/3, y(I) + \text{Fr} \text{ sen}(\alpha)/3))$ $F_x = \text{Vector}(I, (x(I) + F_x \text{ cos}(\alpha)/5, y(I) - F_x$	$F = \text{Deslizador}(1, 10, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $k = \text{Deslizador}(100, 200, 0.01, 0, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $i = (100F)/(1.15k)$ $a = \text{Deslizador}(0, i, 0.01, 0.5, 200, \text{false}, \text{true}, \text{false}, \text{false})$ $S = \text{Segmento}((0, 14.4), (2, 14.4))$ $b = \text{Segmento}((1, 14.4), (1, 14 - 0.05a))$ $c = \text{Segmento}((1, 14 - 0.05a), (0, 13.6 - 0.1a))$ $d = \text{Segmento}((0, 13.6 - 0.1a), (2, 13.2 - 0.2a))$ $e = \text{Segmento}((2, 13.2 - 0.2a), (0, 12.8 - 0.3a))$ $g = \text{Segmento}((0, 12.8 - 0.3a), (2, 12.4 - 0.4a))$ $h = \text{Segmento}((2, 12.4 - 0.4a), (0, 12 - 0.6a))$ $i = \text{Segmento}((0, 12 - 0.6a), (2, 11.6 - 0.8a))$ $j = \text{Segmento}((2, 11.6 - 0.8a), (0, 11.2 - 0.9a))$ $l = \text{Segmento}((0, 11.2 - 0.9a), (2, 10.8 - a))$ $m = \text{Segmento}((2, 10.8 - a), (1, 10.4 - 1.1a))$ $A = (1, 10 - 1.15a)$ $n = \text{Segmento}((1, 10.4 - 1.1a), A)$ $o = \text{Segmento}((0, 10), (2, 10))$ $F_d = \text{Vector}(A, (1, y(A) - (F/2)))$ $F_{el} = \text{Vector}(A, (1, y(A) + (F/2)))$ $L = 10 - y(A)$ texto1 = Texto("Deformación (l_0 - l) = "+L+" cm")

```

sen( $\alpha$ /5))
texto1 = Texto("Velocidad (v) = "+v+" m/s")
texto2 = Texto("Aceleración (a) = "+a+" m/s^2")
texto3 = Texto("Desplazamiento (x) = "+x_t+"
m")

```

Fuente: Autoelaboración

4 Descripción de la estrategia didáctica

De acuerdo con Duarte, Niño y Fernández (2022) y Palma y Molina (2022), una estrategia didáctica se define como el sistema de acciones que integra procedimientos, métodos, técnicas y actividades mediante las cuales el docente planifica el proceso de enseñanza-aprendizaje. La Figura 2 muestra el esquema de la estrategia didáctica propuesta para el presente estudio, la cual consta de varias etapas interrelacionadas.

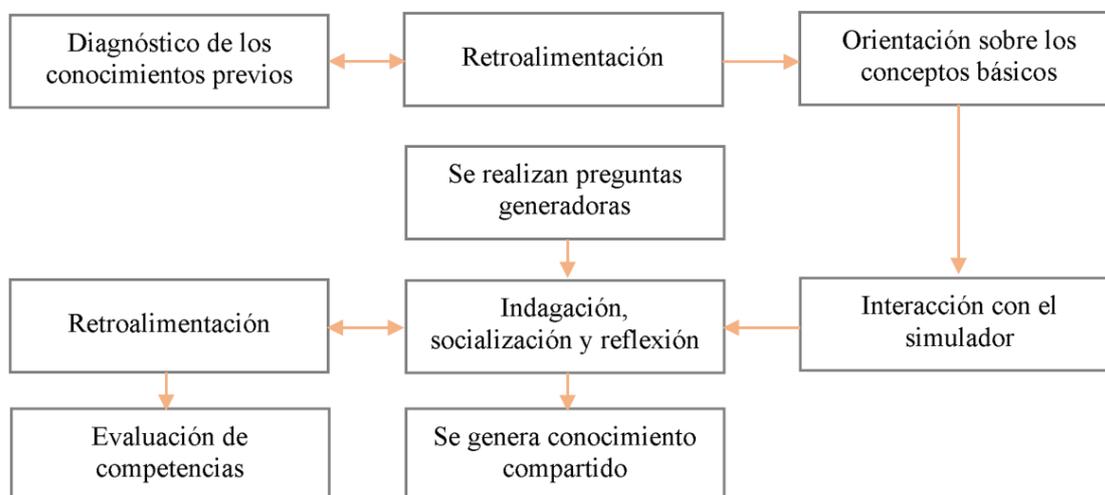


Figura 2: Esquematización de la estrategia didáctica propuesta (Autoelaboración)

Es importante diagnosticar el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre el tema y las competencias que deben desarrollar. Para ello, se sugiere plantear preguntas clave relacionadas con la vida cotidiana, lo que permitirá que los estudiantes reflexionen (Collazos y Castrillón, 2019). También se puede proponer resolver situaciones problemáticas cualitativas breves en pequeños grupos o individualmente (Navarro, Arrieta y Delgado, 2017). Es fundamental contrastar las respuestas dadas por los estudiantes mediante una retroalimentación (Matos, Tejera y Terry, 2018).

Antes de utilizar el simulador, es recomendable proporcionar una orientación sobre los conceptos básicos del tema que se va a desarrollar (Gutiérrez y Castillo, 2020). En esta etapa, se pueden abordar ejemplos que ilustren cuándo un objeto se somete a un determinado movimiento o fuerza, las magnitudes involucradas y las diferencias con otros tipos de movimiento o fuerzas previamente estudiados.

Posteriormente, se refuerzan los conceptos analizados mediante el uso de simuladores, que permiten a los estudiantes experimentar al variar los valores de los deslizadores para determinar la relación entre las variables involucradas en el fenómeno de estudio. La Tabla 5 muestra los códigos para generar una simulación básica; no obstante, es recomendable considerar las siguientes recomendaciones para hacer la simulación más atractiva:

— *Añadir un paisaje de fondo*, para lo cual hay que dirigirse a la barra de herramientas ubicada en la parte superior de la ventana de GeoGebra, seleccionar el símbolo $\overleftrightarrow{a=2}$ >  Imagen, escoger la imagen previamente guardada en el equipo local y luego ajustar su tamaño a la vista gráfica. Finalmente, hacer clic derecho en la imagen, seleccionar Propiedades > Imagen de fondo.

— *Cambiar el cuerpo móvil puntual por un objeto* como una pelota, un carro, una flecha, un misil, un barco, etc., para lo cual se aplica el mismo procedimiento para añadir al paisaje de fondo. No obstante, la imagen del objeto debe ajustarse al cuerpo móvil puntual, para lo cual hay que añadir un punto adicional siguiendo el siguiente procedimiento: si el cuerpo móvil está representado por $C = (p,0)$, añadir un punto $D = (p + 3,0)$, donde el 3 representa el tamaño del objeto. Luego hacer clic derecho en el objeto insertado, seleccionar Propiedades > Posición y en “Esquina 1” agregar C y en “Esquina 2” agregar D.

— *Modificar la velocidad, incremento, y/o forma de repetición* (creciente, decreciente u oscilante) de los deslizadores de acuerdo con el criterio personal, para lo cual se hace clic derecho en el deslizador, se selecciona Propiedades > Deslizador y se escogen las opciones que se consideren necesarias.

— *Modificar el formato de forma creativa*. GeoGebra es de uso intuitivo, por lo que, accediendo a las propiedades de cualquier elemento, puede modificar cualquiera de sus características. Es así como se pueden ocultar elementos de la vista gráfica o diferenciarlos por color, grosor, opacidad, mostrar rastro, etiqueta visible y demás.

En la Figura 3 se visualiza el aspecto de los simuladores de MRUA y MP considerando solo el algoritmo de la Tabla 5 y luego de considerar las recomendaciones realizadas anteriormente. Se puede apreciar la diferencia haciendo pequeños cambios de formato.

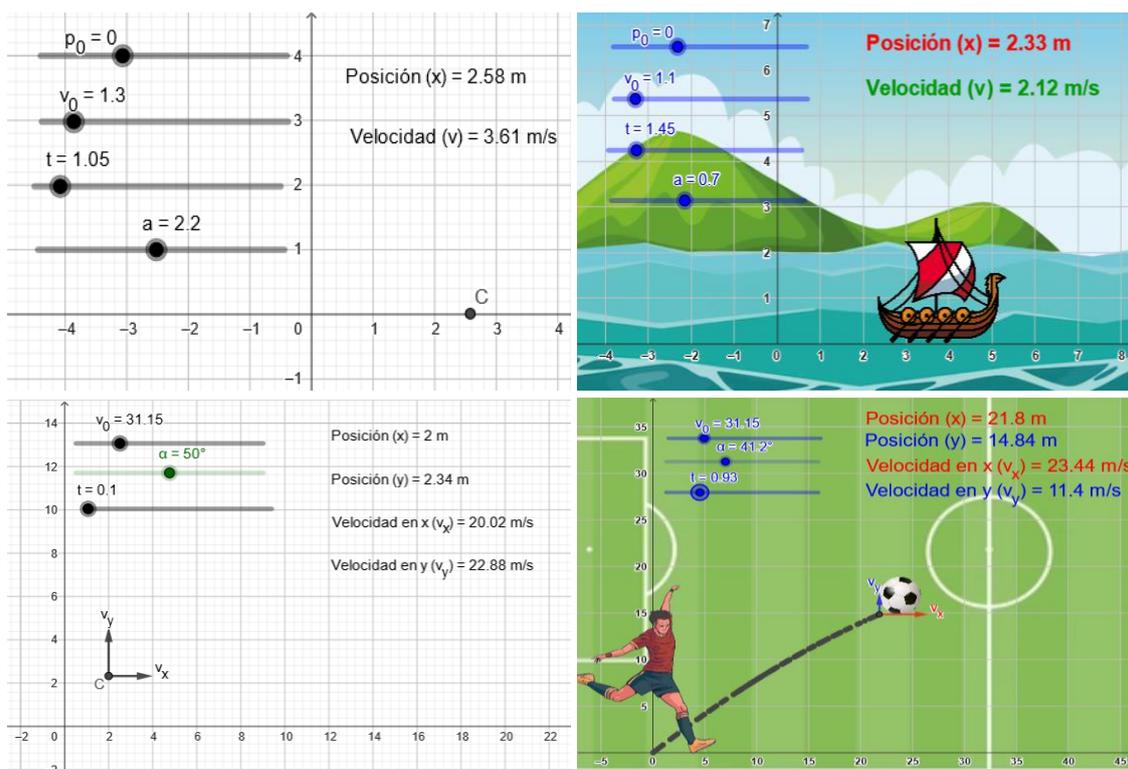


Figura 3: Aspecto de los simuladores de MRUA y MP antes y después de realizar cambios de formato (Autoelaboración)

Se propone el método constructivista para fomentar la interacción dinámica de los estudiantes con el simulador. Al permitir que los estudiantes sean los constructores activos de su conocimiento, se fomenta un aprendizaje significativo y evita que el proceso se reduzca a la simple memorización (Tapia y Glavam, 2020). A continuación, se recomienda que el docente guíe esta interacción mediante el uso de tablas de registro para las mediciones realizadas, como se muestra en las Tablas 6 y 7 para MRU y Ley de Hooke, respectivamente.

Una vez que los estudiantes hayan obtenido los datos, es importante que exploren la relación entre las variables involucradas en el fenómeno de estudio. La socialización de los resultados con sus compañeros les permitirá construir conocimiento de manera compartida, mientras el docente plantea preguntas generadoras que fomenten la reflexión y el cuestionamiento sobre los aprendizajes adquiridos (Obando-Arias, 2021). Esta práctica es valiosa para inferir y profundizar en la comprensión de conceptos claves y en la relación entre las variables en el contexto físico estudiado, tal como se sugiere en la Tabla 8.

Es fundamental destacar que, durante esta etapa, el docente debe proporcionar retroalimentación basada en las respuestas de los estudiantes. Esto permitirá despejar dudas y reforzar el aprendizaje al aprender de los errores. De esta manera, se fomenta un

ambiente de aprendizaje interactivo y enriquecedor para los estudiantes.

Tabla 6: Instrumento para la recolección de datos de MRU

Posición (x_0)	Velocidad (v)	Tiempo (t)	Posición final (x)
-2,00 m	2,00 m/s	10,00 s	
-2,00 m	6,00 m/s	10,00 s	
0,00 m	2,00 m/s	10,00 s	
0,00 m	6,00 m/s	10,00 s	
4,00 m	2,00 m/s	10,00 s	
4,00 m	6,00 m/s	10,00 s	

Fuente: Autoelaboración

Tabla 7: Instrumento para la recolección de datos de MV

Lanzamiento vertical hacia abajo ($v_0 < 0$)			
Velocidad inicial (v_0)	Posición inicial (y_0)	Velocidad final (v)	Tiempo de vuelo (t)
-4,00 m/s	20 m		
-2,00 m/s	50 m		
Caída libre ($v_0 = 0$)			
0,00 m/s	20 m		
0,00 m/s	50 m		
Lanzamiento vertical hacia arriba ($v_0 > 0$)			
2,00 m/s	20 m		
4,00 m/s	50 m		

Fuente: Autoelaboración

Tabla 8: Sugerencias de preguntas generadoras

MRU	MRUA
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo es la trayectoria del móvil en el MRU? - ¿Existe variación de la velocidad? - ¿Qué efecto tiene la velocidad sobre el desplazamiento del objeto? - ¿Qué sucede con el objeto al aumentar el tiempo de movimiento? - Si dos objetos A y B ubicados en la posición - 5m y 6m, respectivamente, se desplazan con MRU durante 30s, ¿qué objeto tendrá una posición final mayor? - ¿En qué actividades cotidianas se puede observar MRU? 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué forma tiene la trayectoria del móvil en el MRUA? - ¿En qué se diferencia el MRUA del MRU? - ¿De qué forma afecta la aceleración a la velocidad del móvil? - ¿Qué representa una aceleración negativa? - ¿En qué casos la velocidad final es superior e inferior a la velocidad inicial? - Cuando la aceleración es positiva, ¿en qué instante la velocidad es menor? - ¿Qué sucede con la velocidad al incrementar el tiempo? - ¿Podrías indicar algún ejemplo de MRUA?
MP	MV
<ul style="list-style-type: none"> - ¿De qué forma es la trayectoria en el MP? - ¿Qué relación existe entre la velocidad inicial 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo es la trayectoria del móvil en el MV? - ¿Cómo se interpreta una velocidad negativa en

- con los desplazamientos del móvil en x y y ?
- ¿Por qué la velocidad en x no varía?
- ¿Qué sucede con el desplazamiento horizontal cuando se aumenta el ángulo?
- ¿Qué valor de aceleración experimenta el móvil en y ?
- ¿En qué instantes la posición en y es cero?
- ¿Cuál es el valor de v_y cuando el móvil alcanza su altura máxima?
- ¿Qué representa una velocidad negativa?
- ¿En qué actividades de la vida diaria se puede observar MP?

- MV?
- ¿En qué caso(s) de MV se presentan velocidades positivas?
- ¿Por qué en el movimiento vertical hacia arriba el objeto se detiene y luego se mueve en caída libre?
- Si tres cuerpos A, B, y C ubicados a la misma altura caen con $v_0 = -1$, $v_0 = 0$ y $v_0 = 1$, respectivamente, ¿en qué orden llegarán los cuerpos al suelo?
- Si tres cuerpos A, B, y C ubicados a la misma altura caen con $v_0 = -1$, $v_0 = 0$ y $v_0 = 1$, respectivamente, ¿qué cuerpo llegará al suelo con más velocidad y cuál con menos?

MCU	MCUA
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué forma tiene la trayectoria del móvil en el MCU? - ¿Existe variación de la velocidad angular? - ¿Qué indica una velocidad angular negativa? - ¿Qué efecto tiene el radio en la velocidad lineal? - ¿Qué efecto tiene el radio en la aceleración normal? - ¿Qué relación tiene la velocidad angular con el desplazamiento del móvil puntual? - ¿Podrías indicar algún ejemplo de MCU? 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿De qué forma es la trayectoria en el MCUA? - ¿Qué diferencias tiene el MCUA del MCU? - ¿De qué forma afecta la aceleración a la velocidad angular del punto móvil? - ¿Qué representa una aceleración angular negativa? - ¿Por qué la velocidad lineal aumenta con el tiempo? ¿Qué relación tiene el radio con la aceleración tangencial? - ¿En qué actividades de la vida diaria se puede observar MCUA?
Leyes de Newton	Ley de Hooke
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la dirección del peso? - ¿Cuál es la dirección y sentido de la fuerza de rozamiento? - ¿De qué forma se relaciona la fuerza normal con el peso y la tercera ley de Newton? - ¿Cómo varía el peso en x y y al incrementar el ángulo? - ¿Qué tipo de movimiento consideras que experimenta el cuerpo de la simulación? - ¿Cómo se relaciona la masa con la aceleración? - ¿En qué actividades cotidianas se pueden apreciar las leyes de Newton? 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Consideras que es más fácil deformar un cuerpo con una constante elástica de 10 N/m o de 200 N/m? - ¿Por qué el muelle de la simulación tiende a volver a su estado de equilibrio? - ¿De qué forma se relaciona la fuerza elástica con la fuerza de deformación? - ¿Qué ley o leyes de Newton intervienen en la ley de Hooke? - ¿Qué objetos que presenten propiedades elásticas conoces?

Fuente: Autoelaboración

Es fundamental que, al finalizar el proceso de aprendizaje y práctica con el simulador, se realice una evaluación del desarrollo de la competencia en los estudiantes. La evaluación permitirá determinar si los objetivos de aprendizaje han sido alcanzados y si los estudiantes han adquirido las habilidades y conocimientos deseados. Si un estudiante no logra alcanzar el nivel deseado en la competencia, es importante que se tomen medidas pertinentes para brindarle el apoyo y la ayuda necesaria. Estas medidas

pueden incluir:

- Identificar las áreas específicas en las que el estudiante está teniendo dificultades y proporcionar retroalimentación específica para abordar esas debilidades.
- Ofrecer sesiones de refuerzo o tutorías adicionales para que el estudiante pueda repasar los conceptos y prácticas necesarios.
- Proporcionar material de apoyo adicional, como lecturas complementarias, ejercicios prácticos o recursos en línea que puedan ayudar al estudiante a mejorar su comprensión y desempeño.
- Fomentar la participación activa del estudiante en actividades de aprendizaje colaborativo, donde pueda interactuar y aprender de sus compañeros.
- Establecer metas claras y realistas para que el estudiante pueda medir su progreso y tener un sentido de logro.
- Mantener una comunicación cercana con el estudiante y estar dispuesto a escuchar sus inquietudes y necesidades para adaptar las estrategias de apoyo según sea necesario.

Es importante recordar que cada estudiante es único y puede tener diferentes ritmos de aprendizaje y estilos de comprensión. Por lo tanto, es fundamental ser flexible en el enfoque de enseñanza y estar dispuesto a adaptarse para satisfacer las necesidades individuales de cada estudiante.

5 Conclusiones

La utilización de simulaciones basadas en los contenidos de movimiento y fuerza del Bachillerato General Unificado del Ecuador representa una estrategia didáctica intuitiva y eficaz. Su objetivo principal es fomentar la interacción activa de los estudiantes con el simulador, permitiéndoles realizar conjeturas y experimentar para verificar las relaciones existentes entre las variables que influyen en los fenómenos de la Dinámica.

La elección del software GeoGebra como herramienta para desarrollar estas simulaciones es acertada, ya que este recurso didáctico ofrece innumerables ventajas. GeoGebra combina características de Geometría, Álgebra, Cálculo y otras áreas matemáticas, lo que lo convierte en una herramienta versátil y poderosa para el aprendizaje de diversas disciplinas, incluida la Física.

La estrategia didáctica propuesta busca integrar de manera efectiva el uso de las simulaciones con GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Se espera mejorar la comprensión de los conceptos de movimiento y fuerza por parte de los estudiantes, fomentar su interés en la Física y promover un aprendizaje significativo y enriquecedor.

Es importante destacar que esta estrategia didáctica puede ser ajustada y adaptada según las necesidades y características específicas de cada contexto educativo, lo que permite una mayor flexibilidad en su implementación y potencia su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se espera que la estrategia didáctica propuesta en esta investigación motive tanto a profesores como a estudiantes de Física en diferentes niveles educativos a explorar las potencialidades del software GeoGebra. Al adoptar esta estrategia, se puede enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, modernizando los métodos tradicionales y adaptándolos a las necesidades y el contexto actual, donde el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación es esencial en el ámbito educativo.

El enfoque interactivo y experimental que brinda el uso de simulaciones y tecnologías como GeoGebra puede aumentar la comprensión de conceptos de Física y motivar un aprendizaje más significativo. Además, al incorporar estas herramientas en el aula, se fomenta el desarrollo de habilidades prácticas y cognitivas en los estudiantes, lo que contribuye a una formación más integral y adaptada a los desafíos actuales.

Agradecimientos

Al personal, tanto administrativo, como docente y a los estudiantes de la Unidad Educativa Fiscal Monserrate Álava de González por su colaboración en la investigación. El reconocimiento hacia el Licenciado Elvin Loor, docente de Física y a la Economista Josefina Salas, Rectora, es especialmente significativo, ya que su participación y apoyo han sido fundamentales para el éxito de este estudio.

Referencias

ABREU, Yelena; BARRERA, Ana Delia; BREIJO, Taymí; BONILLA, Ivón. [El proceso de enseñanza-aprendizaje de los Estudios Lingüísticos: su impacto en la motivación hacia el estudio de la lengua](#). *Mendive*, Pinar del Río, v. 16, n. 4, p. 610-623, oct./dic. 2018.

ARTEAGA, Eloy; MEDINA, Juan Felipe; DEL SOL, Jorge Luis. [El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo](#)

Matemática. *Conrado*, Cienfuegos, v. 15, n. 70, p. 102-108, sept./oct. 2019.

CAPOTE, Manuel; ROBAINA, Ildelfonso; CAPOTE, Marisol. [Tareas docentes con GeoGebra en la Matemática Superior I para Contabilidad y Finanzas](#). *Mendive*, Pinar del Río, v. 19, n. 3, p. 809-820, jul./sept. 2021.

CARVALHO, Rosalide; ALVES, José Gleison; VIEIRA, Francisco Régis; FERNANDES, Francisca Cláudia; BRANDÃO, Daniel. [Teoria das Situações Didáticas e o Ensino Remoto em tempos de pandemia: uma proposta para o Ensino do conceito de Volume por meio da plataforma Google Meet e o software GeoGebra](#). *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, La Plata, n. 28, p. 174-183, mar. 2021.

CARVALHO, Rosalide; VIEIRA, Francisco Régis; FERNANDES, Francisca Cláudia. [Engenharia Didática de Formação \(EDF\): uma proposta de situação didática do ENEM com o uso do software GeoGebra para professores de Matemática no Brasil](#). *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, La Plata, n. 20, p. 90-99, sept. 2020.

CHAGAS, Caio; ANTUNES, Luciana; ALVES, Edisio. [Ferramenta interativa para a simulação da propagação de ondas transversais eletromagnéticas em diferentes meios materiais](#). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 43, 2021.

COLLAZOS, Héctor; CASTRILLÓN, Omar. [Metodología para la Enseñanza del Movimiento Oscilatorio mediante Simulación Computarizada](#). *Información Tecnológica*, La Serena, v. 30, n. 4, p. 165-180, ago. 2019.

DIAS, Michele Regiane; CHULEK, Carina. [Modelagem Matemática: um olhar semiótico](#). *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 4, n. 10, p. 1-24, 2020.

DUARTE, Julio Enrique; NIÑO, Jorge Armando; FERNÁNDEZ, Flavio Humberto. [Simulando y resolviendo, la teoría voy comprendiendo: una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la Física](#). *Boletín Redipe*, Cali, v. 11, n. 1, p. 158-173, ene. 2022.

ECUADOR. Asamblea Nacional del Ecuador. *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Registro Oficial n. 449, 20 oct. 2008.

ECUADOR. Ministerio de Educación. *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria. Nivel Bachillerato*. Tomo 1. Quito: MinEduc, 2019.

ELIZONDO, María del Socorro. [Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física](#). *Presencia Universitaria*, Guadalupe, v. 3, n. 5, p. 70-77, ene./jun. 2013.

FERREIRA, Kateryne Hamberger; RIBEIRO, Bruno Myrrha. [Desenvolvimento e proposta de material potencialmente significativo para o estudo de equilíbrio de corpos rígidos com o software GeoGebra](#). *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 63-77, 2015.

GUACHÚN, Patricio; ESPADERO, Gabriela. [El software GeoGebra como recurso para la enseñanza de vectores: una experiencia didáctica](#). *Rematec*, Belém, v. 16, n. 37, p. 46-60, jan./abr. 2021.

GUEVARA, Juan Carlos; SALAZAR, María Elena; DÁVALOS, Pedro Javier. [Tecnociencia, su impacto en el aprendizaje abierto](#). *Opuntia Brava*, Las Tunas, v. 11, n. 2, p. 401-409, 2019.

GUTIÉRREZ, Oscar; AYALA, Delia. [El proceso enseñanza–aprendizaje–evaluación \(PEAE\) una didáctica universitaria](#). *Horizonte de la Ciencia*, Huancayo, v. 11, n. 20, p. 243-254, ene./jun. 2021.

GUTIÉRREZ, Rafael Enrique; CASTILLO, Luis Andrés. [Simuladores com o software GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da Física](#). *Tecné Episteme y Didaxis*, Bogotá, n. 47, p. 201-216, ene./jun. 2020.

HERNÁNDEZ, Carlos Manuel; ARTEAGA, Eloy; DEL SOL, Jorge Luis. [Utilización de los materiales didácticos digitales con el GeoGebra en la enseñanza de la Matemática](#). *Conrado*, Cienfuegos, v. 17, n. 79, p. 7-14, mar./abr. 2021.

JIMÉNEZ, José Guadalupe; JIMÉNEZ, Sergio. [GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en Matemáticas](#). *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, Zapopan, v. 4, n.7, ene./jun. 2017.

MATAS, Antonio. [Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión](#). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Ensenada, v. 20, n. 1, p. 38-47, ene./mar. 2018.

MATOS, José Jesús; TEJERA, Juan Francisco & TERRY, Carlos Emilio. [Estrategia didáctica para la formación del valor responsabilidad](#). *Sinéctica*, Tlaquepaque, n. 50, p. 1-18, ene./jun. 2018.

MEGGIOLARO, Graciela Paz; DE ANDRADE, Agostinho Serrano. [A importância da mediação social na investigação do conceito de carga elétrica no Ensino de Física](#). *Revista Insignare Scientia*, São Pedro, v. 3, n. 5, p. 560-577, set./dez. 2020.

MEGGIOLARO, Graciela Paz; DOS SANTOS, Antonio Vanderlei; DE ANDRADE, Agostinho Serrano. [Uma investigação entre o conceito de campo elétrico e as formas de mediação no ensino de Física](#). *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, Santo Ângelo, v. 11, n. 1, p. 189-201, 2021.

MENDOZA, José Manuel; ALVARADO, José Alberto; INZUNZA, Levy Noé. [La utilización de GeoGebra para modelado de recursos didácticos en el aprendizaje de la asignatura de Mecánica I del Bachillerato Virtual de la Universidad Autónoma de Sinaloa](#). *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, México, v. 10, n. 19, p. 52-62, feb. 2018.

MOLINA-GARCÍA, Pedro Fabricio; GARCÍA-FARFÁN, Isabel de los Ángeles. [El proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior](#). *Dominio de las Ciencias*, Manta, v. 5, n. 1, p. 394-413, nov. 2019.

MTHETHWA, Mthembeni; BAYAGA, Anass; BOSSÉ, Michael; WILLIAMS, Derek. [GeoGebra for learning and teaching: A parallel investigation](#). *South African Journal of Education*, v. 40, n. 2, p. 1-12, may. 2020.

NAVARRO, Verónica; ARRIETA, Xiomara; DELGADO, Mercedes. [Programación](#)

didáctica utilizando GeoGebra para el desarrollo de competencias en la formación de conceptos de oscilaciones y ondas. *Omnia*, Maracaibo, v. 23, n. 2, p. 76-88, may./ago. 2017.

OBANDO-ARIAS, Milagro. Pedagogical mediation of learning parting from the generating question in Secondary Education. Project based Learning. *Revista Electrónica Educare*, Heredia, v. 25, n. 2, p. 1-21, may/ago. 2021.

PALMA, Mirexcy del Jesús; MOLINA, Pedro Fabricio. El juego como estrategia didáctica para la iniciación a la lectura en primer año básico. *Polo del Conocimiento*, Manta, v. 7, n. 10, p. 1385-1405, oct. 2022.

PRIETO, Juan Luis; CASTILLO, Luis Andrés; MÁRQUEZ, Maximina. Formas de colaboración humana entre profesores y alumnos durante la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, v. 34, n. 66, p. 199-224, jan./abr. 2020.

RUBIO, Leonela; PRIETO, Juan; ORTIZ, José. La Matemática en la simulación con GeoGebra: una experiencia con el movimiento en caída libre. *International Journal of Educational Research and Innovation*, n. 5, p. 90-111, 2016.

SÁNCHEZ, Ivonne; SÁNCHEZ, Irene. Elaboración de un simulador con GeoGebra para la enseñanza de la Física. El caso de la ley de Coulomb. *Revista Reamec*, Cuiabá, v. 8, n.2, p. 40-56, maio/ago. 2020.

SILVA, Neuber; ARAUJO, Carlos Fernando. Modelagem e Mobile Learning como ambiente para desenvolver conteúdos matemáticos e competências no Ensino Médio. *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 4, n.10, p. 1-26, 2020.

TAPIA, Alice Stephanie; GLAVAM, Claudia. Os saberes psi no discurso da Educação Matemática: repensando as práticas de memorização. *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 4, n. 10, p. 1-21, 2020.

TENÓRIO, André; BORGES, Alcides. O uso do GeoGebra na resolução de questões sobre movimento uniforme. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 16-36, 2019.

TRUJILLO, Aníbal Wilfrido; LEÓN, Vicente Paúl; ORDÓÑEZ, Fátima Lorena. La relación entre las estrategias de enseñanza y el rendimiento académico en la asignatura de Física, aplicando un modelo de análisis de varianza (ANOVA). *Opuntia Brava*, Las Tunas, v. 9, n. 4, p. 59-69, oct./dic. 2018.

UNESCO — Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. *La educación transforma vidas*. 2021a. Disponible en <https://es.unesco.org/themes/education>; acceso en: 22 ago. 2022.

UNESCO — Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. *Misión: Recuperar la educación en 2021*. 2021b. Disponible en <https://es.unesco.org/news/mision-recuperar-educacion-2021>; acceso en: 24 ago. 2022.