

RECIBIDO EL 24 DE AGOSTO DE 2021 - ACEPTADO EL 25 DE NOVIEMBRE DE 2021

APORTES DE RECURSOS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

CONTRIBUTIONS OF ICT RESOURCES IN SCIENCE TEACHING

Erika Alejandra Maldonado Estévez¹

Pastor Ramirez Leal²

William Rodrigo Avendaño Castro³

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo comprobar si el uso de los smartphones ayuda al estudiante a comprender mejor los conceptos relacionados sobre el movimiento rectilíneo uniforme en caída libre vertical, basándose en la práctica experimental. Se basó en un enfoque cuantitativo a nivel correlacional que consistió en dos mediciones (pre-test/post-test). La muestra fue de 43 estudiantes que participaban en el 9º grado de Ciencias Naturales. Se aplicaron las pruebas no paramétricas de McNemar y Stuart-Maxwell. Los resultados fueron satisfactorios al comparar el pre-test y el post-test, concluyendo que el uso del teléfono móvil en la práctica experimental sobre el movimiento de caída libre

mejora el aprendizaje de los estudiantes en esta área.

PALABRAS CLAVE: física, enseñanza, teléfono inteligente, simulador.

ABSTRACT

This research is based on the usefulness of mobile phones as a tool for students to learn about uniform rectilinear motion in vertical free fall, based on experimental practice. To evaluate whether these mobile devices allow better learning on the subject, a pre-test/post-test design was carried out with 43 students participating in the 9th grade in natural sciences. McNemar and Stuart-Maxwell non-parametric tests were applied. The proposal on the experimental practice gave satisfactory results when comparing the pre-test and post-test, in the analysis of the particular and global form of the answers.

¹ Magister en Práctica Pedagógica.UFPS. E-mail: eri-kaalejandrame@ufps.edu.co, Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1323-8563>

² Magister en Educación Matemática.UFPS. E-mail: pastorramirez@ufps.edu.co, Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-3469-5325>

³ Doctor en Ciencias Sociales y Humanas. UFPS. E-mail: williamavendano@ufps.edu.co, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7510-8222>

KEYWORDS: physics, teaching, smartphone, simulator.

INTRODUCCIÓN

Según Vázquez-Alonso & Manassero-Mas (2018), considerando la globalización, lleva a educar al ciudadano con responsabilidad enfatizando que todos los países deben tener un lenguaje universal, alfabetización artística y alfabetización científica como base. Aunque los intereses de los estudiantes en las últimas dos décadas han disminuido en la tecnología y la ciencia, específicamente en la Física y las Matemáticas (Cardona & López, 2017; Prada Núñez, Gamboa Suárez & Hernández Suárez, 2019; Rizales-Semprum, Gómez-Valderrama & Hernández-Suarez, 2019), en consecuencia, puede afectar la investigación, necesaria para la innovación en un alto porcentaje de países pertenecientes a Europa (Jáuregui, 2018).

Cabe destacar, el manifiesto de varios autores respecto a la favorabilidad de los estudiantes en la infancia con respecto a la ciencia, que disminuye a medida que avanza la edad; esto se evidencia en la escuela secundaria en los grados superiores con resultados no muy alentadores en los estudios científicos técnicos especialmente en Química, Matemáticas y Física (Salinas et al., 2018; Ceballos & Vílchez, 2017; Robles et al., 2015; Molina et al., 2013; García-Ruiz & Orozco, 2008). La falta de interés de los estudiantes en este campo se debe a varias causas; algunas se centran en la falta de innovación en estrategias que reflejen la importancia y la dinámica de las ciencias bien utilizadas en favor de la sociedad, y que los docentes los animen a resolver los problemas que surgen en el entorno (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2018; Cardona & López, 2017; García-Carmona et al., 2014).

En el mismo orden Salinas et al. (2005), considera que el estudio de la Cinemática se utiliza de forma compleja, con sus conceptualizaciones que se

oponen a las concepciones de los estudiantes, dificultando el proceso de aprendizaje. La falta de innovación durante los estudios, desde el inicio hasta la introducción a los primeros semestres de Ingeniería (Arteaga et al., 2016; Carrascosa-Alís, 2014). A partir de algunas dificultades relacionadas con la Cinemática, se describen las siguientes: Considerar la fuerza como causa del movimiento, considerando que cuanto más grande y pesado es un objeto y más pesa, más rápido caerá, no tener señales claras de aceleración, confundir el concepto de aceleración con el de velocidad, entre otros (Salinas et al., 2018).

La Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (STEM) es una metodología de enseñanza que tiene como objetivo enseñar la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas de una manera nueva y conjunta a través de la resolución de problemas en general utilizando el apoyo tecnológico Santillán-Aguirre et al., 2020; Jaramillo-Benítez, Rincón-Leal & Rincón-Leal, 2021). Esta estrategia como toda metodología de enseñanza y aprendizaje nueva e innovadora y aprendizaje, busca ser motivadora para los estudiantes y facilita la introducción del desarrollo de la ciencia como método de exploración a través de preguntas que conducen a hipótesis, las cuales requieren la búsqueda de la validación y la difusión de estos resultados (Rincón et al., 2020; Rincón-Álvarez et al., 2019; Ortega et al., 2019; Prada et al., 2018).

En efecto, los métodos que facilitan la enseñanza, promoviendo el interés y la motivación de los participantes en el estudio de la ciencia (Muñoz et al., 2019), llevándolos a aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo y progreso de su entorno, los métodos que permiten la investigación basada en sus propios intereses (Adoumieh Coconas, 2021), mejoran los resultados en el estudio de las ciencias (Muñoz et al., 2019; Aguilar-

Barreto, 2017), así como la Cinemática y sus procesos de enseñanza y aprendizaje (Moreno & Guarín, 2010; Carrascosa-Alís, 2014; Molina et al., 2013; Ferreira-Gauchí, 2012), conducen a propuestas que incorporan temas de actualidad en la educación secundaria, relacionados con Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Física (Moreno & Guarín, 2010; Carrascosa-Alís, 2014; Molina et al., 2013; Ferreira-Gauchí, 2012) a partir de experiencias experimentales prácticas.

En las últimas dos décadas, los smartphones y/o las tabletas se han incluido como una alternativa para experiencias prácticas en laboratorios y aulas para complementar y reforzar conceptos, teniendo en cuenta la disponibilidad de estos dispositivos para los estudiantes en su vida cotidiana (Avendaño, Hernández & Prada, 2021). Para fomentar el interés por la Física y la Química, los docentes proponen experiencias prácticas utilizando sensores como el acelerómetro giroscopio, sensor de luz, entre otros, de smartphones y tablets como herramientas (Gil & Di Laccio, 2017).

En consecuencia, los participantes en estas experiencias comprenden la importancia de lo que han aprendido para ponerlo en práctica en su vida cotidiana (Ortega, 2019), lo que les induce a motivarse en el aprendizaje (González & González, 2016). Aunque encontramos una amplia bibliografía con propuestas de prácticas experimentales basadas en el uso de smartphones o tablets como materiales de medida en Física, hasta ahora no se ha comprobación de la eficacia de estos dispositivos en el aprendizaje de la Física por parte de los estudiantes (Cardona & López, 2017; Gil & Di Laccio, 2017).

Por tanto, el objetivo de la experiencia ha sido comprobar si el uso de los smartphones ayuda al estudiante a comprender mejor los conceptos relacionados con el movimiento rectilíneo en caída libre vertical. Para ello, se han utilizado se diseñaron secuencias didácticas prácticas y un

diseño de pre-test/post-test para evaluar en qué medida se mejoró el aprendizaje de los alumnos sobre este concepto.

ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA EXPERIMENTAL

A partir de las propuestas de (Revelo & Carrillo, 2018; Fernández-Lozano & Gutiérrez, 2016; Figueroa, 2016; Martínez, 2015; Monteiro et al., 2015), se construyó la práctica experimental sobre el movimiento de caída libre basada en el uso del teléfono móvil mediante una aplicación gratuita para el sistema operativo Android, que permite introducir y conocer los datos registrados en el acelerómetro del dispositivo mediante los sensores internos del smartphone. Asimismo, se utilizarán las funciones de acelerómetro lineal y fuerza G de la aplicación en la práctica experimental, destacando que la exactitud y precisión de los sensores dependen del software del teléfono móvil. Por lo tanto, se diseñaron cinco actividades para la propuesta, que se realizan en dos sesiones con un tiempo de una hora cada una. Las actividades propuestas se describen en los siguientes apartados.

ACTIVIDAD 1

Formulación de hipótesis sobre la masa corporal y la caída libre de un objeto; a partir de una actividad lúdica llamada puenting, se introduce a los estudiantes en la práctica experimental de la caída libre y se plantean las siguientes preguntas: La aceleración en caída libre es constante o variable; ¿es la caída libre un movimiento uniformemente acelerado; si el objeto tiene una masa mayor, ¿se acelera más a la caída?

ACTIVIDAD 2

Conocimiento del uso del acelerómetro del teléfono móvil. La práctica experimental se basa en el uso del acelerómetro del teléfono móvil incluido en la aplicación physis toolbox sensor suite para registro de datos. Los

estudiantes identifican cómo deben dejar caer el dispositivo identificando los ejes X, Y y Z del teléfono móvil (González & González, 2016). Se trata de observar y señalar el eje que marca el valor de aceleración de la gravedad (g) de un objeto en condiciones ideales que es $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.

ACTIVIDAD 3

Estudio de la aceleración en caída libre. En esta actividad se facilita al alumno el uso de la función del “acelerómetro lineal acelerómetro” registrando los datos, se deja caer el teléfono móvil desde una altura de 1.5 metros. La aplicación muestra la gráfica en la pantalla del móvil cuando éste comienza a descender y detecta un efecto de ingravidez que hace que la aplicación móvil detecte la fuerza gravitatoria de la tierra ($\approx 9,8 \text{ m/s}^2$).

ACTIVIDAD 4

Influencia de la masa en la caída libre. Esta actividad desarrolla la conceptualización de la relación directa entre la masa de un cuerpo en caída libre y la velocidad que alcanza (Insausti & Merino, 2000). Inicialmente, se aplica la función de “acelerómetro lineal acelerómetro” de la aplicación, se deja caer tres veces el teléfono móvil solo, luego se dejan caer tres veces dos teléfonos móviles de las mismas características desde 1,5 metros y se registran los y se registran los datos.

A partir de las mediciones realizadas, se calcula el tiempo medio de caída de cada uno de los sistemas promedio: Teléfono móvil 1 (con masa m) y los 2 teléfonos móviles (aproximadamente con masa $2m$). La aceleración de un cuerpo en caída libre se debe únicamente a la gravedad terrestre, sin tener en cuenta la resistencia del aire.

ACTIVIDAD 5

Socialización de los resultados. Al finalizar la práctica experimental, los estudiantes socializan los resultados obtenidos de las actividades realizadas y, a partir de ellos, se les orienta para que den sus respuestas a las siguientes preguntas: cómo es la aceleración; qué valor tiene la aceleración de un objeto cuando cae libremente; ¿hay alguna diferencia entre el tiempo que registra un teléfono móvil al llegar al suelo y el tiempo que registran dos teléfonos móviles juntos; ¿hay alguna variación en la velocidad cuando el teléfono está cayendo; ¿tiene alguna aplicabilidad lo que has aprendido; hay alguna variación en la velocidad cuando ¿hay alguna variación en la velocidad al caer el teléfono? El objetivo es la socialización y la aportación de los estudiantes, estimulando las aplicaciones prácticas de la caída libre y su relación con el puenting.

MÉTODO

Se aplicó un enfoque de investigación cuantitativa a nivel correlacional, que consistió en dos mediciones (pre-test/post-test) incluyendo el laboratorio de Física entre ambas pruebas. La población de una institución educativa del municipio de Sardinata, en la región del Catatumbo, Colombia.

Se seleccionó una muestra probabilística mediante la técnica de muestreo aleatorio simple, determinando inicialmente determinar el tamaño de la muestra calculado mediante la Ecuación (1) con los siguientes parámetros tamaño de la población (N), probabilidad esperada de éxito en la prueba que contribuye al máximo tamaño de la muestra p , error de estimación del 3% y un nivel de confianza del 95% (equivalente a $z = 1.96$). con un nivel de significación del 5% ($\alpha = 0.05$). A continuación, se obtuvo el tamaño óptimo de la muestra mediante la Ecuación (2) y se llegó a un total de 43.

$$n_1 = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2 * P * (1 - P)}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 * P * (1 - P)} \quad (1)$$

$$n_0 = \frac{n_1}{1 + n_1/N} \quad (2)$$

En cuanto a las características demográficas de los estudiantes, se identificó que el 53.5% eran hombres con edades comprendidas entre los 12 y los 17 años, lo que permitió determinar que 14.9 años corresponde a su edad promedio. Sin embargo, sobre la práctica experimental del movimiento de caída libre, se realizó una evaluación con un diseño pre-test/post-test para comprobar la eficacia en la mejora del aprendizaje de los alumnos; esta evaluación consistió en un cuestionario basado en la propuesta validada por Garduño et al. (2013) para la modificación del inventario de conceptos de fuerza.

El cuestionario se compone de seis preguntas de una sola opción en una escala Likert acompañadas de un espacio para argumentar su respuesta, distribuidas de la siguiente manera: la pregunta 1 y la pregunta 2 están relacionadas con ideas alternativas, la pregunta 3 y la pregunta 4 se basan en conceptos, la pregunta 5 está relacionada con el uso de métodos adquiridos en la experiencia y la pregunta 6 se basa en aplicaciones de la caída libre en la vida

cotidiana conocidas. ideas, la pregunta 3 y la pregunta 4 se basan en conceptos, la pregunta 5 está relacionada con el uso de métodos adquiridos en la experiencia, y la pregunta 6 se basa en aplicaciones de la caída libre en la vida cotidiana conocidas por el alumno; en cuanto a la fiabilidad del cuestionario utilizado, se pudo comprobar que se obtuvo un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.72, lo que según Oviedo & Campo (2005) es evidencia de una buena consistencia interna, es decir, que el instrumento mide lo que se espera que mida. La intervención pedagógica duró dos semanas entre las dos aplicaciones del cuestionario. Los datos recogidos se procesaron mediante un software estadístico disponible en el mercado para verificar la posible existencia de diferencias entre las dos mediciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para establecer las diferencias entre la puntuación obtenida por cada estudiante en ambas mediciones, se utilizó la siguiente rúbrica: si la argumentación y los procesos realizados apoyan la respuesta correcta se asignaron tres puntos; en el caso de procesos incompletos, pero que alcanzan la respuesta correcta, dos puntos; un punto si la respuesta es correcta pero no está justificada por ningún proceso; y cero puntos si la respuesta es incorrecta. De esta forma en cada medición la puntuación del alumno puede variar entre cero y dieciocho puntos. El Tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos básicos asociados a cada medida.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Total pretest	6	14	9.30	1.753
Total posttest	12	18	16.44	1.385

Al comparar las puntuaciones medias totales de ambas mediciones, se pudo determinar que en el post-test los resultados superaron a los obtenidos en el pre-test, acompañados de

una menor dispersión en ellos, es decir, las puntuaciones en el post-test se encontraban en un rango menor que las del pre-test. Estos resultados sugerirían que la intervención

pedagógica arrojó resultados significativos en la comprensión del tema estudiado.

Antes de validar el sistema de hipótesis mencionado en la Ecuación (3), se comprobó la normalidad de los datos comprobado mediante la prueba de Shapiro-Wilk a un nivel de significación del 5%. La prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon, que arroja un estadístico de prueba de -5.712 que corresponde a una probabilidad de 0.015, que es inferior al 5%, entonces se concluye que no hay pruebas suficientes para aceptar la hipótesis nula hipótesis nula o lo que es equivalente a decir que a partir de estos resultados se puede comprobar que existen diferencias estadísticamente

significativas entre las medias totales de ambas mediciones, obteniendo una mayor media en el postest.

$$\begin{aligned} \text{Hipótesis Nula } H_0: \mu_{postest} - \mu_{pretest} &\leq 0 \quad (3) \\ \text{Hipótesis Alternativa } H_a: \mu_{postest} - \mu_{pretest} &> 0 \end{aligned}$$

Donde H_0 es la hipótesis nula, H_a es la hipótesis alternativa, $\mu_{postest}$ es la media del postest y $\mu_{pretest}$ es la media del pre-test. La tabla 2 muestra el cálculo del tamaño del efector (Rosenthal, 1994), donde un efecto medio significativo se obtiene con un valor de 0.4460 y una potencia de 1.000.

Tabla 2. Significación estadística y tamaño del efecto.

	Media	Desviación estándar		Tamaño del efecto
Pretest	9.30	1.753	Diferencia estadísticamente significativa	0.4460 Media
Postest	16.44	1.385		

Por otra parte, la Tabla 3 muestra los porcentajes de respuestas correctas, parcialmente correctas e incorrectas respuestas obtenidas por los estudiantes en el pre-test y el post-test. También se observa que el rango de respuestas incorrectas entre el pre-test y el post-test disminuyó de 83.7% y 51.2% a 11.6% y 20.9%, respectivamente, para las preguntas sobre concepciones de la caída libre (ítems 1 y 2). Sin embargo, para las preguntas sobre conceptos basados en este tipo de movimiento (ítems 3 y 4), el porcentaje de respuestas incorrectas

disminuyó del 65.1% al 9.3% y del 58.1% al 2.3%, en su orden, en contraste con el porcentaje de respuestas correctas que aumentó del 11.6% y 14.0% al 83.7% y 90.7%, respectivamente. Pasando a las preguntas sobre cómo aplicar lo aprendido en la práctica experimental (ítem 5) o la aplicabilidad de la caída libre en la vida cotidiana (ítem 6), es relevante la disminución del porcentaje de respuestas incorrectas en el postest del 48.8% al 7.0% y del 65.1% al 4.7%, en su orden, en contraste con el aumento del porcentaje de respuestas correctas, que fueron entre el 51.1% y el 74.4%, respectivamente.

Tabla 3. Porcentaje de respuestas a cada pregunta del pre-test y del post-test,

Preguntas	Pretest						Postest					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Correcto	14.0	46.5	11.6	14.0	23.3	11.6	88.4	79.1	83.7	90.7	74.4	86.0
Parcialmente correcto	0.0	0.0	18.6	23.3	27.9	18.6	0.0	0.0	7.0	7.0	16.3	9.3
Incorrecto	83.7	51.2	65.1	58.1	48.8	65.1	11.6	20.9	9.3	2.3	7.0	4.7

La Tabla 4, muestra los resultados derivados de la prueba no paramétrica de Stuart-Maxwell que se utilizó para verificar la existencia de diferencias significativas entre las puntuaciones de los dos ítems. Asimismo, se determina el tamaño del efecto de la intervención pedagógica sobre los resultados del postest. De acuerdo con los resultados de la Tabla 4, se evidencia que el uso de teléfonos móviles

confirma la eficacia significativa de la práctica experimental práctica, lo que lleva a reforzar las concepciones alternativas, en la aplicación de métodos conceptos de Física, conocimiento de las aplicaciones del movimiento de caída libre en la vida cotidiana, entre otros. Asimismo, se obtuvieron tamaños del efecto y gran potencia en todas las preguntas (Rosenthal, 1994).

Tabla 4. El valor P, el tamaño del efecto y la potencia de cada pregunta del cuestionario pre-test/post-test del cuestionario.

Pregunta	Valor $p < 0.05$	Tamaño del efecto	Potencia
1	Hay una diferencia estadísticamente significativa	2.2025 Grande	1.000
2	Hay una diferencia estadísticamente significativa	0.6989 Grande	0.9919
3	Hay una diferencia estadísticamente significativa	1.9914 Grande	1.000
4	Hay una diferencia estadísticamente significativa	2.1479 Grande	1.000
5	Hay una diferencia estadísticamente significativa	1.2150 Grande	1.000
6	Hay una diferencia estadísticamente significativa	2.2309 Grande	1.000

La implantación de nuevas tecnologías como los teléfonos móviles para la recogida de datos experimentales así como diferentes programas tecnológicos, y nuevas metodologías integradoras como STEM contribuyeron al entusiasmo y la motivación de los estudiantes en el proceso educativo al plantear la interrelación de los conceptos matemáticos y su aplicabilidad en la Física y facilitando el estudio de ciencia y sus relaciones, de acuerdo parcialmente con Ortega et al. (2019), que en su proyecto utilizó el vídeo para facilitar la comprensión lectora y de acuerdo con Costa et al. (2019), que implementó tanto la metodología STEM y los teléfonos inteligentes.

Los teléfonos inteligentes han sido de gran interés para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física, y por esta razón hemos encontrado en los últimos años propuestas para realizar experiencias prácticas con estos dispositivos como proyección para mejorar el aprendizaje de los alumnos en esta asignatura. Dentro de este orden de ideas, esta investigación

se basa en el uso del teléfono móvil, para lo cual se ha diseñado una práctica experimental diseñada dirigida en el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado de la caída libre, para facilitar a los estudiantes la comprensión de las concepciones alternativas sobre este movimiento coincidiendo con Esteves et al. (2019), que implementó las mismas estrategias.

Así como la implementación de atractivas preguntas conductoras o desencadenantes que buscan motivar a los estudiantes y ayudarles a sentirse implicados en su propio aprendizaje, facilitando el proceso de enseñanza-aprendizaje, coincidiendo con Prada et al. (2021), que también presentó una pregunta desencadenante atractiva para sus alumnos y parcialmente con lo sugerido por Prada et al. (2018), quienes sugieren la necesidad de que los profesores comiencen con estrategias de estrategias de aprendizaje interesantes para sus alumnos, y con Rincón et al. (2020), que proponen facilitar el cambio de las creencias de los estudiantes

hacia las matemáticas estimulándolos con un aprendizaje significativo y entretenido.

Finalmente, a modo de síntesis, se diseñó una práctica experimental centrada en el movimiento rectilíneo acelerado de caída libre que se basa en el uso del teléfono móvil con el propósito de ayudar al estudiante a comprender mejor los conceptos relacionados con este movimiento. Esto demuestra que el uso de dispositivos digitales es de gran interés para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales ya que potencian la ganancia del aprendizaje activo (Prada et al., 2021a); Hernández et al., 2021), que permite la integración de conocimientos Prada et al., 2021b), especialmente en Física.

CONCLUSIONES

Como resultados del estudio, se puede concluir que esta experiencia que relaciona los smartphones con las prácticas de un laboratorio de física, fomenta en los estudiantes el uso de la tecnología con fines educativos lo que fomenta su participación y motivación en el proceso de aprendizaje, pero es de aclarar que el uso de los smartphones por sí mismo no es una solución a las dificultades encontradas en el desarrollo de las prácticas de laboratorio. Por ello, el uso del smartphone como herramienta didáctica para trabajar una práctica experiencia sobre el movimiento de caída libre ha demostrado que los datos obtenidos, a través de la acción del acelerómetro, durante el desarrollo de la práctica son válidos y fiables, permitiendo redescubrir las leyes físicas implicadas.

Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas, así como un gran tamaño del efecto y valores de potencia dentro de las medias generales del cuestionario de pre-test/post-test. Lo anterior, confirma que el uso del teléfono móvil en la práctica experimental sobre el movimiento de caída libre satisface el

objetivo de esta investigación, que es facilitar el aprendizaje de este movimiento en los alumnos.

Finalmente, este trabajo valida cómo una propuesta sobre el uso de smartphones en la enseñanza de la Física como instrumento de medida en las experiencias prácticas ayuda a mejorar el aprendizaje de los estudiantes en esta área. No obstante, es necesario seguir investigando en el desarrollo de propuestas de este tipo integradas hacia enfoques constructivistas y la evaluación de su eficacia con muestras más amplias de estudiantes y de diferentes niveles educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adoumieh Coconas, N. (2021). La didáctica de la lengua mediada por las TIC Storyjumper como propuesta innovadora en la creación de cuentos. *Revista Perspectivas*, 6(1), 101–113. <https://doi.org/10.22463/25909215.2928>
- Aguilar-Barreto, A., Velandia-Riaño, Y. R., Aguilar-Barreto, C. P., & Rincón, G. (2017). Gestión educativa: tendencias de las políticas públicas educativas implementadas en Colombia. *Revista Perspectiva*, 2(2), 84-94.
- Arteaga, E., Armada, L., & Del Sol, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 169-176.
- Avendaño, W. R., Hernández, C. A., & Prada, R. (2021). Uso de las Tecnología de Información y Comunicación como valor pedagógico en tiempos de crisis. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 23(36), 135-159.
- Cardona, M. E., & López, S. (2017). Una revisión de literatura sobre el uso de sistemas de adquisición de datos para la enseñanza de la física en la educación básica, media

- y en la formación de profesores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(4), 1-11.
- Carrascosa-Alís, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos. *Revista Científica*, 18(1), 112-137.
- Ceballos, M., & Vílchez, J. E. (2017). Visitas de escolares de educación primaria a museos de ciencias. Análisis preliminar sobre sus percepciones. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, (Extra), 1252-12530.
- Costa, V. A., Rizzo, K. A., Gallego, J. I. (2019). Educación STEM: integrar conceptos de fotometría a la clase de matemática usando tecnología. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(Extra), 237-244.
- Esteve, A., Benavent, A., & Solbes, J. (2019). Smartphones y caída libre: diseño y evaluación de una práctica experimental. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (37), 165-178.
- Fernández-Lozano, J., & Gutiérrez, G. (2016). Aula 3.0: una nueva forma de aprender geología. El uso de las apps Trnio® y Skechfab® para construir modelos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24(2), 163-168.
- Ferreira-Gauchía, C., Vilches, A., & Gil-Pérez, D. (2012). Concepciones acerca de la naturaleza de la tecnología y de las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la educación tecnológica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), 197-218.
- Figuroa, C. S. (2016). El uso del smartphone como herramienta para la búsqueda de información en los estudiantes de pregrado de educación de una universidad de Lima Metropolitana. *Educación*, 25(49), 29-44.
- García-Carmona, A., Criado, A. M., & Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 131-149.
- García-Ruiz, M., & Orozco, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las ciencias naturales y su enseñanza en profesores de educación primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 539-568.
- Garduño, L., López, A., & Mora, C. (2013). Evaluación del aprendizaje conceptual del movimiento de caída libre. *Latin-American Journal of Physics Education*, 7(2), 275-283.
- Gil, S., & Di Laccio, J. L. (2017). Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje: laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(1), 1-9.
- González, M. A., & González, M. A. (2016). El laboratorio en el bolsillo: aprendiendo física con tu smartphone. *Revista de Ciencias*, 6, 28-35.
- Jáuregui, R. (2018). El futuro de Europa (o más bien la Europa del futuro). *Revista de Fomento Social*, 73(1), 65-90.
- Hernández, C. A., Prada, R., & Gamboa, A. A. (2021). Gains in active learning of physics: a measurement applying the test of understanding graphs of kinematics work. *Journal of Physics: Conference Series*, 2073(012003), 1-6.
- Insausti, M. J., & Merino, M. (2000). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(2), 93-119.

- Jaramillo-Benítez, J., Rincón-Leal, O. L., & Rincón-Leal, J. F. (2021). Relación de las habilidades sociales y rendimiento académico en la asignatura de física en estudiantes universitarios. *Eco Matemático*, 12(2), 65–70. <https://doi.org/10.22463/17948231.3238>
- Martínez, J. E. (2015). Obtención del valor de la aceleración de la gravedad en el laboratorio de física. Experiencia comparativa del sensor de un teléfono celular inteligente y el péndulo simple. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 341-346.
- Molina, M., Carriazo, J., & Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (33), 103-122.
- Monteiro, M., Stari, C., Cabeza, C., & Martí, A. C. (2015). The Atwood machine revisited using smartphones. *The Physics Teacher*, 53(6), 373-374.
- Moreno, H., & Guarín, E. D. (2010). Nociones cuánticas en la escuela secundaria: un estudio de caso. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(3), 669-676.
- Muñoz, J. M., Hernández, M. J., & Serrate, S. (2019). El interés por el conocimiento científico de los estudiantes de secundaria en España. *Educação & Sociedade*, 40, 1-19.
- Oviedo, H. C., & Campo, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580.
- Prada Núñez, R., Gamboa Suárez, A.A., & Hernández Suárez, C. A. (2019). Usos y efectos de la implementación de una plataforma digital en el proceso de enseñanza de futuros docentes en matemáticas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 57(57 (2019)), 137-156.
- Prada, R., Hernández, C. A., & Gamboa, A. A. (2021a). Teaching physics through the implementation of a didactic strategy for the integration of knowledge in secondary school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1981(012008), 1-5.
- Prada, R., Hernández, C. A., & Gamboa, A. A. (2021b). Active learning and knowledge in physics: a Reading from classroom work. *Journal of Physics: Conference Series*, 1981(012007), 1-6.
- Prada, R., Rincón, G. A., & Hernández, C. A. (2018). Inteligencias múltiples y rendimiento académico del área de matemáticas en estudiantes de educación básica primaria. *Infancias Imágenes*, 17(2), 163-175.
- Ortega, I. M., Rincón, G. A., & Hernández, C. A. (2019). Uso del video como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia escritora en estudiantes de educación básica. *Revista Perspectivas*, 4(2), 52-63.
- Revelo, J., & Carrillo, S. (2018). Impacto del uso de las TIC como herramientas para el aprendizaje de la matemática de los estudiantes de educación media. *Revista Cátedra*, 1(1), 70-91.
- Rincón, G. A., César, R. F., & Hernández, C. F. (2020). Beliefs about mathematics and academic performance: a descriptive-correlational analysis. *Journal of Physics: Conference Series*- 1514(012021), 1-6.
- Rincón-Álvarez, G. A., Prada-Núñez, P., & Fernández-César, R. (2019). ¿Se relacionan las creencias sobre las matemáticas con el rendimiento académico en matemáticas en

estudiantes de contexto vulnerables? *Eco Matemático*, 10(2), 6-15.

Rizales-Semprum, M. J., Gómez-Valderrama, C. L., & Hernández-Suarez, C. A. (2019). Uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza de las ciencias en educación media diversificada de acuerdo a la modalidad de estudio a distancia. *Eco Matemático*, 10(2), 35–46. <https://doi.org/10.22463/17948231.2591>

Robles, A., Solbes, J., Cantó, J., Lozano, O. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la enseñanza secundaria obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.

Rosenthal, R. (1994). Parametric measures of effect size. In H. Cooper & L. V. Hedges (Eds.), *The handbook of research synthesis* (pp. 231–244). Russell Sage Foundation.

Salinas, I., Giménez, M. H., Monsoriu, J. A., & Castro-Palacio, J. C. (2018). El smartphone como barómetro en experimentos de Física. *Modelling in Science Education and Learning*, 11(1), 15-24.

Salinas, J., Wainmaier, C., & Guridi, V. (2005) ¿Hay relación entre la “comprensión epistemológica” y la “comprensión conceptual” en el aprendizaje de la física clásica? *Enseñanza de las Ciencias* (extra) 1-5.

Santillán-Aguirre, J. F., Jaramillo-Moyano, E. M., Santos-Poveda, R. D., & Cadena-Vaca, M. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 5(8), 467-492.

Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 309-336.