



Aporte de una Propuesta de Enseñanza Basada en Aplicaciones Móviles, para el Aprendizaje del Movimiento Pendular y Sistema Masa Resorte: Estado del Arte

V.J. López R.^a, V. Árias G.^b

^a Estudiante de Maestría en Educación en Ciencias Naturales, Universidad de Antioquia, Medellín

^b Profesora, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín.

ARTICLE INFO

Received: August 15, 2019

Accepted: September 20, 2019

Available on-line: June 6, 2020

Keywords: App's, fenómenos Oscilatorios, enseñanza, aprendizaje, Smartphone, m-learning.

E-mail addresses

victorj.lopez@udea.edu.co

vanessa.arias@udea.edu.co

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.

All rights reserved

ABSTRACT

At the Institución Educativa Cristóbal Colón which is located in the Santa Mónica neighborhood in Medellín city different problems have arisen in the students' learning process in the subject of Physics, especially in the topic of pendular movement and mass spring system. The lack of spaces and materials of physics laboratory in the institution makes it difficult to carry out experimental practices and the limitation of technological resources such as computer rooms do not favor the implementation of ICT in the learning processes of this subject, since despite of the multiple options that the informatics educational has arranged to favor the visualization and simulation of phenomena through virtual laboratories and other tools, the access to these is limited by the lack of computing spaces at the service of the teaching of the natural sciences.

Given these curricular and infrastructure difficulties, it is necessary to assess the contribution that some mobile applications may have to work in the classroom oscillatory phenomena, in an attempt to link technology to the teaching and learning processes of science with a theoretical foundation that supports it.

The present work is an advance of an investigation from an exhaustive background check, in the Iberomeric context. As well as a time delimitation between 2008 and 2018. This access showed some investigations made on the matter, among them we can highlight the instrumental use of technologies where weaknesses are demonstrated on the didactic basis use of these.

Resumen

En la Institución Educativa Cristóbal Colón del barrio Santa Mónica de la ciudad de Medellín confluyen diferentes problemáticas en el aprendizaje de los estudiantes en el área de Física, especialmente en el tema de movimiento pendular y sistema masa resorte. La carencia de espacios y materiales de laboratorio de Física en la institución dificulta la realización de prácticas experimentales y la limitación de recursos tecnológicos como aulas de cómputo no favorece la implementación de las TIC en los procesos de aprendizaje de esta área, ya que a pesar de las múltiples opciones que la informática educativa ha dispuesto para ayudar a la visualización y simulación de fenómenos a través de laboratorios virtuales y otras herramientas, el acceso a estas se ve limitado por la carencia de espacios de cómputo al servicio de la enseñanza de las ciencias naturales.

Teniendo en cuenta estas dificultades, es indispensable valorar el aporte que puedan tener ciertas aplicaciones móviles para estudiar en el aula los fenómenos oscilatorios, como intento por conectar las TIC a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias con una fundamentación teórica que la sustente.

El presente trabajo es un avance de la investigación desde una revisión de antecedentes que pretende ser exhaustiva, y que tuvo como delimitación geográfica el contexto iberoamericano; así como una delimitación temporal entre 2008 y 2018. Esta revisión arrojó algunas investigaciones hechas al respecto, entre las que resalta el uso instrumental de las tecnologías y se evidencia falencias respecto a la fundamentación didáctica en el uso de estas.

I. INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de los fenómenos oscilatorios y especialmente en lo relacionado con el movimiento pendular y sistema masa resorte, surgen ciertas dificultades y preocupaciones generalizadas desde la didáctica de la física, pues se hace imprescindible partir de los saberes previos, articular la teoría con la práctica para dotar de significado el aprendizaje del estudiante, mediar entre la comprensión del fenómeno y su expresión matemática, entre muchos otros asuntos. En la enseñanza de este contenido en particular, es recurrente encontrar que los estudiantes confunden magnitudes como tiempo y periodo, longitud y amplitud, entre otras, y, sobre todo, es recurrente encontrar que el estudiante intenta resolver problemas asociados a estos fenómenos con reemplazos en ecuaciones, sin antes hacer una comprensión física de los mismos. Estas dificultades han sido evidenciadas por investigadores en otros contextos, tal es el caso de Elizondo (2013) que menciona seis dificultades que algunos estudiantes tienen para comprender enunciados de situaciones problema en el área de física, entre las que figuran dificultad para interpretar los datos del problema; para comprender los significados del problema; para contextualizar los conceptos de física; para transcribir al lenguaje matemático; en sus habilidades matemáticas y, para transcribir al lenguaje de la física la solución del problema.

Frente a estas dificultades son muchos los eventos que se pueden asociar, en primer lugar, la manera como el tema es presentado en los libros de texto (Rojas, 2010), la carencia de instrumentos de laboratorio, la escasa dedicación horaria al aprendizaje de la Física, entre muchos otros. No obstante, entre estos eventos, la carencia de instrumentos de laboratorio podría ya no ser una excusa, pues para nadie es un secreto que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el acceso a dispositivos inteligentes ha permeado todos los ámbitos de la sociedad y especialmente el ámbito educativo, y que estas podrían favorecer la ejecución de estos procesos en el aula de clase. Sin embargo, a esto se suma una dificultad adicional, y es que en los colegios suele limitarse e incluso sancionar el uso de los dispositivos móviles argumentando asuntos de convivencia.

En la institución educativa Cristóbal Colón del barrio Santa Mónica de la ciudad de Medellín confluyen las diferentes problemáticas hasta aquí enunciadas; por un lado están presentes las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes en el área de Física y especialmente en el tema de movimiento pendular y sistema masa resorte, frente al cual los estudiantes presentan dificultades con la interpretación ya que por ejemplo, tienden a confundir la relación entre periodo o frecuencia con la longitud de un péndulo, o la relación entre la masa y la constante de elasticidad en un sistema masa-resorte, o entre amplitud y longitud del péndulo.

Por otro lado, la carencia de espacios y materiales de laboratorio de Física en la institución dificulta la realización de prácticas experimentales y lleva a que los profesores del área se vean obligados a diseñar actividades con recursos improvisados que implica en muchos casos que la práctica se vea reducida a una demostración del fenómeno donde el estudiante tiene un rol limitado a la observación.

De igual manera, la limitación de recursos tecnológicos como aulas de cómputo y restricciones del uso de dispositivos móviles no favorecen la implementación de las TIC en los procesos de aprendizaje de esta área, ya que a pesar de las múltiples opciones que la informática educativa ha dispuesto para favorecer la visualización y simulación de fenómenos a través de laboratorios virtuales y otras herramientas, el acceso a estas se ve limitado por la carencia de espacios de cómputo al servicio de la enseñanza de las ciencias naturales, pues estos están reservados a otras áreas, lo

que implica que sean pocas las prácticas que se puedan programar o que las mismas no alcancen a ser desarrolladas en su totalidad.

Finalmente, y en referencia al carácter sancionatorio del uso de herramientas tecnológicas como el *Smartphone*, en la institución educativa en mención se contempla el uso de estos dispositivos en el aula de clase como un evento susceptible de un correctivo disciplinar y, es frecuente el sentir de muchos docentes respecto al constante desgaste con los estudiantes para que estos estén prestos a las actividades que se les proponen, ya que en muchas ocasiones están haciendo uso del teléfono inteligente para actividades no necesariamente académicas. Se parte de estos hechos para inferir que se hace necesario dar un giro normativo, pero sobretodo pedagógico al uso de estos dispositivos, de manera que puedan ser aprovechados como herramientas para el desarrollo de actividades que apoyen la enseñanza y el aprendizaje.

Ante estas dificultades curriculares y de infraestructura, se hace necesario valorar el aporte que puedan tener algunas aplicaciones móviles para trabajar en el aula los fenómenos oscilatorios, en un intento por vincular la tecnología a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias con una fundamentación teórica que la sustente, pues se parte de la idea que “La existencia actual de un amplio abanico de recursos informáticos para la enseñanza de las ciencias o los avances tecnológicos que se puedan ir desarrollando sobre este tema en el futuro no garantizan que el uso educativo de las TIC llegue a producir una mejora significativa de la calidad de la educación científica, si no se tiene en cuenta la importancia de los aspectos metodológicos y el papel que desempeñan profesores y alumnos en los procesos de enseñanza y aprendizaje” (Najjar, 1997; Novak et al., 1999; Bransford et al., 1999, como se cita en Pontes, 2005, p. 331).

Como paso primario para revisar y analizar desde una estrategia pedagógica el aporte de dichas aplicaciones, se hace necesaria una revisión, o estado del arte, de lo que hasta la última década se avanzado en cuanto a uso de aplicaciones para explicación de fenómenos físicos, en especial de fenómenos oscilatorios. En este artículo se presenta el estado del arte a nivel de Iberoamérica partiendo de una revisión detallada de revistas indexadas que tratan de temas como TIC y educación. Esta etapa es importante en la investigación ya que, a partir de aquí, se sustenta la pertinencia de la investigación dado que se refleja un exiguo aporte desde una mirada en el campo de la educación en cuanto al uso de aplicaciones relacionadas con fenómenos oscilatorios en la enseñanza media. En este sentido, se parte del reconocimiento del gran valor del estado del arte como diagnóstico del problema y como pronóstico de las oportunidades investigativas en el campo, idea que es presentada por Hoyos (2000) al decir que la finalidad esencial de un estado del arte es dar cuenta de construcciones de sentido sobre bases de datos que apoyan un diagnóstico y un pronóstico en relación con el material documental sometido a análisis.

En este contexto, el objetivo de este ejercicio investigativo es el de consolidar un estado del arte sobre los procesos de implementación de aplicaciones móviles para la enseñanza de fenómenos oscilatorios en estudiantes de educación media en el contexto Iberoamericano.

II. METODOLOGÍA

Para la revisión de literatura con miras a establecer un diagnóstico del estado de la investigación sobre el tema, se inició por hacer una selección de revistas indexadas en el contexto iberoamericano, se recurrió al operador de búsqueda SCImago Journal & Country Rank, a través del cual se seleccionó una muestra de revistas bajo algunos criterios previamente definidos, entre ellos, que sean revistas de educación, educación en ciencias y educación con tecnologías. Además, que en el ámbito nacional pertenezcan al Índice Bibliográfico Nacional de pubindex en las categorías A1, A2, B y C para la vigencia 2016 y, en el ámbito internacional que se ubiquen en los cuartiles 1 y 2 según Scopus. Bajo estos criterios, en el ámbito iberoamericano se seleccionaron 19 revistas, de las cuales 8 son latinoamericanas (la

4	Educacion XX1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Revista de Educacion	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
6	Revista Complutense de Educacion	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
7	Ensenanza de las Ciencias	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	4
8	Digital Education Review	nr	nr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Estudios Sobre Educacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Revista Eureka	0	1	2	1	1	0	0	2	0	1	1	0	9
14	Revista Espanola de Pedagogia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
15	Aula Abierta	nr	nr	nr	nr	nr	nr	0	0	0	nr	nr	0	0
Total Artículos por año en cada revista Española		0	1	2	3	3	1	2	2	2	2	1	1	19

nr. No se encuentra registro de ese año.

TABLA II. Número de artículos por revista seleccionada, según los criterios establecidos, para el contexto Colombiano.

Title	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total de artículos en cada revista
Magis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Journal of Science Education	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Revista Latinoamericana de Estudios Educativos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revista Colombiana de Educación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revista Historia de la Educación Latinoamericana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revista Científica	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Revista Educación y Educadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedagogía y Saberes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Educación y Ciudad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revista Latinoamericana de Enseñanza de Física	0	3	5	2	0	3	0	1	1	nr	nr	15
Total Artículos por año en cada revista Colombiana	0	4	5	2	1	4	0	2	1	0	0	19

De esta fase inicial se puede observar que la mayor cantidad de artículos sobre la temática se evidencian en revistas directamente relacionadas con la enseñanza de la física. En esta primera selección se escogieron 53 artículos latinoamericanos (la mayoría en Revista Brasileira de Ensino de Física, y Caderno Brasileiro de Ensino de Física). En España fueron seleccionados 19 artículos, gran parte de ellos de la revista Eureka y, Enseñanza de las Ciencias. En el ámbito nacional fueron escogidos 19 artículos, la gran mayoría de ellos de la Revista Latinoamericana de Enseñanza de la Física. Posteriormente se hizo una segunda revisión basada en la lectura completa de los artículos con miras a identificar el cumplimiento de los criterios de selección, dentro de su contenido. De esta revisión, se conservaron 38 artículos, de los 91 artículos que anteriormente habían sido identificados.

Este proceso de revisión de literatura dejó ver dos tendencias principales en la estructuración y fundamentación de los artículos; en la primera de estas, se agrupan aquellos artículos en los que la implementación de las TIC tuvo un

marcado índole instrumental sobre alguna herramienta tecnológica. En este grupo se incluyen 18 artículos latinoamericanos, 10 de ellos enfocados a fenómenos oscilatorios (ver TABLA III); de los 18 artículos, 14 son de la Revista Brasileira de Ensino de Física, 2 de Caderno de Ensino de Física, 2 de A Física na Escola, 4 artículos españoles (todos ellos de la revista Eureka), y 4 colombianos (los 4 de la Revista Latinoamericana de Enseñanza de la Física). Para un total de 26 artículos.

TABLA III. Relación de artículos de índole instrumental en cuanto a tipos de fenómenos físicos mencionados.

Artículos de índole instrumental	
Fenómenos oscilatorios	11
Otros fenómenos físicos	15

La segunda tendencia agrupa aquellos artículos en los que se identifica un fundamento teórico más allá de lo instrumental. Aquí se incluyen 5 artículos latinoamericanos (3 de la revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 1 de Revista Brasileira de Ensino de Física, y 1 de Revista Brasileira de Pesquisa em Educacao). De España después del segundo filtro, se analizaron 2 artículos (1 de la revista Eureka, y 1 de la revista Enseñanza de la Ciencia). Del contexto nacional se analizaron 5 artículos todos de la Revista Latinoamericana de Enseñanza de la Física. Para un total de 12 artículos. Cabe destacar que esta tendencia ningún artículo menciona específicamente el estudio de fenómenos oscilatorios (TABLA IV).

TABLA IV. Relación de artículos de índole NO instrumental, en cuanto a tipos de fenómenos físicos mencionados.

Artículos de TIC en física con evidencia de alguna estrategia pedagógica	
Fenómenos oscilatorios	0
Otros fenómenos físicos	12

En la TABLA V se hace un desglose de los artículos en relación al tipo de herramientas TIC utilizados en su estudio, se evidencia una escasa contribución en el uso de Aplicaciones de celular para el estudio de fenómenos oscilatorios.

TABLA V. Tipos de herramientas TIC implementadas en los artículos revisados.

Tipo de herramienta TIC utilizada			
Artículos de índole instrumental		Artículos de TIC en física con evidencia de alguna estrategia pedagógica	
Aplicaciones de celular	Otro tipo de herramienta	Aplicaciones de celular	Otro tipo de herramienta
5	21	1	11

Podría decirse que el grueso de los estudios (26 de 38) hace referencia al uso instrumental de los recursos TIC; por ejemplo, Calderón, Gil, Di Laccio, Núñez, Silva, entre otros, enfatizan en el uso de videos y análisis de los mismos con software como *Physiscs Toolkit* (Calderón, Núñez y Gil 2009), y simuladores de computador y *tablet* para realizar laboratorios de bajo costo. (Calderón et. Al 2015; Di Laccio et Al. 2017; Silva 2018), en dichos escritos se muestra los procesos de cómo implementarlo y el desarrollo con sus resultados acerca del experimento, pero no se evidencia un instrumento de tipo didáctico, Bouciguez y Santos (2010) hace una revisión sobre varios aspectos cualitativos de

diferentes applets o simulaciones que existen en la red, para la práctica docente en el área de la física, específicamente en fenómenos ondulatorios, donde analizan las posibilidades de aplicar estas en la enseñanza.

Otros autores se enfocan en el uso de sensores para prácticas de laboratorio y/o uso demostrativo, en los casos analizados se usaron estos dispositivos para explicar fenómenos oscilatorios, por ejemplo, Lucatto et. al. (2014) utilizan un sensor en una máquina de Atwood para explicar el movimiento armónico de este dispositivo. Moura da Silva et.al. (2013) hacen algo similar con el péndulo de Wiberforce, en el cual estudian sus oscilaciones mediante un sensor. Da Rocha, Maranghello, y Lucchese (2014) utilizan una placa electrónica con acelerómetro, conectada a un osciloscopio, para explicar la caída libre de los cuerpos y el movimiento armónico amortiguado de un péndulo. Otros ejemplos similares son los que hacen Correa, De Carvalho, y Da Silva (2017), y Amrani y Paradis (2010) quienes utilizan sensores acoplados a algún sistema de adquisición de datos para analizarlos por computador, con el fin de explicar fenómenos oscilatorios tal como el sistema masa-resorte o el péndulo.

Por otro lado, existen autores que explican cómo funciona determinada aplicación o simulación en un fenómeno físico, Tsegaye, Baylie, y Dejne (2010) desarrollan una simulación de computador para realizar operaciones vectoriales; Viera y Aguilar (2016) y, De Jesús y Sasaki (2016), explican cómo usar el acelerómetro de un celular para experiencias como la caída libre y el sistema de dos masas, y para explicar el impulso de un cuerpo respectivamente. Vicario et. al., (2016) también hacen lo propio para explicar el uso de una aplicación celular en el estudio del efecto Doppler, Riposati, Santos y Stuart (2010) hacen un estudio sobre cómo se puede utilizar la herramienta PHETT de la universidad de colorado en diversas temáticas de la física, pero no especifica la forma didáctica en que se podría implementar solo que es una buena herramienta para la enseñanza de la física.

Respecto al asunto específico de trabajo sobre fenómenos oscilatorios con el uso del celular existen trabajos como el de Martínez (2015), Monteiro, Cabeza, y Marti (2015) quienes emplean el acelerómetro y una aplicación para explicar el movimiento pendular; sin embargo, no se evidencia en su trabajo algún acercamiento de tipo pedagógico.

Dentro de los hallazgos de esta revisión se encontró un número significativo de artículos que hacen referencia a la implementación de TIC para la enseñanza de la Física, pero desde el ámbito de la educación superior (Silva, Netto y Nogueira, 2018; Nascimento y Guedes, 2014; Bonventi y Aranha, 2015; De Jesús y Barros, 2014; De Luca y Ganci, 2011; López Mariño et. al., 2017; Matar et. al., 2018; Netto y Nogueira, 2016; y Zhang, 2015) los instrumentos que ellos mencionan bien se podrían adaptar desde su fundamento teórico para ser aplicados en la educación media, con un desarrollo matemático más sencillo, y retomando elementos didácticos o pedagógicos en el que se pueda fundamentar la implementación de los instrumentos en el proceso de enseñanza.

En otra perspectiva más enfocada en los procesos pedagógicos, autores como Da Silva y Barrera (2015), resaltan la importancia del uso de las TIC en la enseñanza de la física y la necesidad de hacer un uso consciente y adecuado de estas para dejar de lado los métodos obsoletos y tradicionales de enseñar ciencia.

Las ayudas audiovisuales son usadas en ocasiones para experiencias en la clase de física, Torres (2009), desarrolla un instrumento de aprendizaje de fenómenos físicos y químicos (mecánica de fluidos y reacciones químicas), a través de la realización, edición y revisión de videos donde el estudiante debe explicar el fenómeno, de manera que cualquier persona lo pueda comprender, concluye que el hecho de tener que revisar el video, repetir la experiencia si no quedó bien, o regrabar si el concepto no quedó bien explicado, implica al estudiante en el fortalecimiento del concepto, logrando así un aprendizaje de este. Guzmán, Domínguez, y Vega (2011) aplican en un contexto de diversidad cultural e idiomática del sur de México, un modelo de clases el cual consta de combinar métodos tradicionales y una ayuda audiovisual a través de diapositivas animadas, con las cuales los estudiantes lograron una mejor comprensión de los fenómenos, que cuando se explicaba con métodos tradicionales.

En otras investigaciones se encontró el uso de páginas web, blogs o portales donde el estudiante participaba de manera activa a través de actividades como foros, o de forma pasiva observando demostraciones, Puente, Guillarón, y Guerrero

(2009) por ejemplo, usaron un portal web en el desarrollo de un curso preuniversitario de física; en este proceso, los docentes deben prepararse para el uso del mismo, después con los estudiantes indagaban por un diagnóstico previo, y luego de implementado el curso por medio del portal web evaluaron los aprendizajes obteniendo los resultados que ello esperaban en cuanto habilidades y aprendizajes en física, García y Barojas (2012) hacen lo mismo con un curso en línea de física, partiendo del conocimiento de saberes previos, para luego ocuparse del aprendizaje; por su parte, Soares et. Al (2016) trabajaron la motivación y el aprendizaje de conceptos físicos como masa y peso, a través de la construcción de un blog sobre aspectos físicos de la luna.

Los computadores y algunos software o simulaciones que pueden ser instalados en estos, o trabajados desde la web, son también parte del universo de las TIC como herramienta en la clase de física, en la revisión se encuentran varios trabajos de simulaciones computacionales que fueron empleadas como herramientas de apoyo para alguna actividad o práctica en el aula, Donizetti, Rutz, y Feiser (2017) por ejemplo, hace uso de unas *Flash Card* para trabajar con los estudiantes la motivación y participación en la clases de física, por otro lado, Moro, Neide, y Hepp (2016), aplican algunos instrumentos del aprendizaje significativo crítico, como el mapa conceptual y el cuestionario para evaluar la contribución de una práctica real y una simulación, para la comprensión de los distintos tipos de transferencia de energía térmica.

Amadeu y Leal (2013) hizo un estudio sobre el impacto del uso de simulaciones computarizadas (*The PHysics Classroom*) sobre el tema de caída libre y lanzamiento de proyectiles, aplicando dicha estrategia en un grupo de estudiantes y los métodos tradicionales en otro, encontró que con los estudiantes a los que se les realizó la actividad con la simulación su aprendizaje fue mejor que con los que utilizaron actividades de métodos tradicionales, Najera (2010) utiliza la computadora y el laboratorio físico para implementar una propuesta didáctica en sus estudiantes para el estudio del movimiento rectilíneo, dicho trabajo pretende fomentar el trabajo en grupo y el uso de herramientas TIC con el computador como complemento para el aprendizaje, y Souza y De Melo (2017) realizan una serie de actividades experimentales tanto análogicas como virtuales, a través del software MODELLUS, para que los estudiantes aprendan el concepto de fluidos y aerodinámica de un avión; mediante la simulación y juegos como creación de aviones de papel, estudian los conceptos de la dinámica de fluidos, para este estudio los investigadores acuden a la teoría del aprendizaje significativo y aplican un pretest para indagar por los saberes previos, y luego un postest para valorar el aporte de las diversas actividades y simulaciones.

En cuanto al uso del celular o *smartphone*, Alvarenga (2016) menciona la importancia del uso de dispositivos móviles para las actividades académicas en el aula de física, inicia con un estudio de accesibilidad a internet en Brasil, el objetivo de este proyecto era mirar como una *app* sobre ciencias, *Sci mobiele trouxes*, contribuía con la motivación, dedicación e interés de los estudiantes cuando se explican algunos fenómenos, específicamente, fenómenos ondulatorios y fenómenos magnéticos en la clase de física de último año de enseñanza media en algunas escuelas de Sao Paulo. Dicho estudio se llevó a cabo mediante análisis de test y estadística, Alvarenga encontró que en los estudiantes con los cuales se trabajó por medio de esta aplicación se apreciaron resultados significativos en cuanto a motivación, dedicación e interés, en comparación con los que desarrollaron las mismas clases con métodos tradicionales.

IV. CONCLUSIÓN.

La presente revisión de literatura permite concluir que son más numerosos los estudios sobre TIC en la enseñanza de fenómenos físicos de tipo instrumental que aquellos cuyo enfoque es aplicado a la práctica docente, muchos de los primeros se basan en el uso de computadores o alguna herramienta de recolección de datos. También en esta perspectiva instrumental se encontró que el uso de la web ya sea implementando un blog, página o portal para el aprendizaje de algún fenómeno físico (o varios de estos), ha sido mencionado en varias investigaciones.

En cuanto a las TIC bajo un fundamento didáctico o pedagógico se encuentra menos información, gran parte de esta hace referencia al uso de simulaciones o páginas usadas por computadoras; no obstante, es muy escasa la producción académica en cuanto al uso de celulares como herramienta para la enseñanza de fenómenos físicos.

Con respecto al uso de dispositivos móviles como herramienta para el aprendizaje de fenómenos oscilatorios como el movimiento pendular o el sistema masa resorte, la literatura aporta nutrida información sobre sus tecnicismo y la forma de cómo usarlo; sin embargo, estudios del impacto en el aula, o estudios pedagógicos de estas no se evidenciaron, esto demuestra la pertinencia de lo que se pretende llevar a cabo con la presente investigación, ya que respecto al uso del celular como herramienta complementaria para la enseñanza de fenómenos oscilatorios, la información es casi nula.

AGRADECIMIENTOS

Primero a mi esposa, mi hijo, y mi familia, quienes han sido mis motivadores para seguir adelante con la investigación, a mi asesora Vanesa Arias quien ha sido mi guía y maestra en este proceso, a la Biblioteca de la Universidad de Antioquia que me ha facilitado varios de los elementos de mi investigación.

REFERENCIAS

- Alvarenga Monteiro, M. A. (2016). O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(1), 1-15.
- Amadeu, R., & Leal, J. P. (2013). Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la Física. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 31(3), 177-188.
- Amrani, D., & Paradis, P. (2010). Use of computer-based data acquisition to teach physics laboratories: case study-simple harmonic motion. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(3), 6.
- Bonventi Jr, W., & Aranha, N. (2015). Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do "Tracker". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2).
- Bouciguez, M. J., & Santos, G. (2010). Applets en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 7(1), pp. 56-74.
- Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L., & Iannelli, L. M. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(1), 212-226, 2015.
- Calderón, S., Núñez, P., & Gil, S. (2009). La cámara digital como instrumento de laboratorio: estudio del tiro oblicuo. *Latin American Journal of Physics Education*, 3, 87-92.
- Correa Almeida, T., De Carvalho Dias, E., & da Silva Julião, A. (2017). Um laboratório portátil de baixo custo: medição de g utilizando um pêndulo e a placa Raspberry Pi. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(2), 590-602.
- Da Rocha, F. S., Maranghello, G. F., & Lucchese, M. M. (2014). Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de física em tempo real. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(1), 98-123.

- Da Silva Macêdo, F. C., & Barrera Kalhil, J. (2015). Tecnologias digitais computadorizadas contribuem com o ensino de Física?. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol*, 9(1), 1501-2.
- De Jesús, V. L. B., & Barros, M. A. J. (2014). The multiple faces of the dance of the péndula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(4), 01-07.
- De Jesús, V. L. B., & Sasaki, D. G. G. (2016). Uma visao diferenciada sobre o ensino de forças impulsivas usando um smartphone. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(1), 1303.
- De Luca, R., & Ganci, S. (2011). A measurement of g with a ring pendulum. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(3), 1-5.
- Di Laccio, J. L., Vitale, G., Alonso-Suárez, R., Pérez, N., & Gil, S. (2017). Estudio del efecto Doppler utilizando teléfonos inteligentes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (3), 637–646.
- Donizetti Kielt, E., Rutz da Silva S., & Feisser Miquelin A. (2017). Implementacao de um aplicativo para smartphones como sistema de votacao em aulas de Física com Peer Instruction. *Pesquisa em Ensino de Física*, 39(4).
- Elizondo Treviño, M. D. S. (2013). Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física. *Presencia Universitaria*, 3(5), 70-77.
- Garcia T., C., & Barojas W., J. (2012). Experimental physics through the Internet. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol*, 1(248), 6.
- Guzmán Cruz, H., Dominguez Mota, F., & Vega Cabrera, J. (2012). Some experiences using ITC based course materials for teaching high school Physics at the Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol*, 1(231), 6.
- Hoyos Botero, C. (2000). Un modelo para investigación documental: guía teórico-práctica sobre construcción de estados del arte con importantes reflexiones sobre la investigación. *Medellín: Señal Editora*.
- López-Mariño, M. A., Hernández-Olvera, J. A., Barroso, L. A., & Caballero, J. C. (2017). Cómputo simbólico y gráfico: estudio dei sistema masa-resorte. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 39(2).
- Lucatto, B., Caprecci, M. B., Gonçalves, J. V. A., & Sismanoglu, B. N. (2014). Máquina de Atwood com massa variável em movimento oscilatório atípico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(2), 2503.
- Martínez Pérez, 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).
- Matar, M., Parodi, M. A., Repetto, C. E., & Roatta, A. (2018). Modelización lineal de un sistema masa-resorte real. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 40(2).
- Monteiro, M., Cabeza, C., & Marti, A. C. (2015). Acceleration measurements using smartphone sensors: Dealing with the equivalence principle. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37(1), 1303.

- Moro F. T., Neide I. G., & Hepp Rehfeldt M.J. (2016). Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(3), 987-1008.
- Moura da Silva, O. H., De Mello Arruda, S., Laburú, C. E., & Silicz, E. A. B. (2013). Pêndulo de Wilberforce: uma proposta de montagem para ambientes educativos informais e laboratórios didáticos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(2), 409-426.
- Najera O.J. L.. (2010). La computadora en el salón de clases: una perspectiva didáctica para la enseñanza del movimiento rectilíneo uniforme. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(1), 5.
- Nascimento, J. P. G., & Guedes, I. (2014). Osciladores clássicos com massa dependente da posição. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(4), 4308.
- Netto Suave, R., & Nogueira, J. A. (2016). Uma discussao sobre as aproximações na determinação do período máximo de um pêndulo simples. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(2), e2501.
- Pontes-Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 2(1).
- Puente-Serrano, I., Gullaron, J.J., & Gerrero, F. (2009). La computadora como medio de enseñanza, una herramienta para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la enseñanza preuniversitaria. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(2), 41.
- Rezende, F., Ostermann, F., & Ferraz, G. (2009). Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(1), 1402.
- Riposati Arantes, A., Santos Miranda, M., & Studart, N. (2010). Objetos de aprendizagem no ensino de física: Usando simulacoes do PHET. *Física na Escola*, v. 11, n. 1.
- Silva, E. S. (2018). Estudo da relação entre o movimento circular uniforme e o movimento harmônico simples utilizando a videoanálise de uma roda de bicicleta. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 40(2).
- Silva Lopes, F., Netto Suave, R., & Nogueira, J. A. (2018). A review of lienar approximations for large oscillation amplitudes of a simple pendulum. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40(3).
- Soares, A. A., Rodrigues Medina, R., Carboni, A., & Costa, F. W. (2016). Usando as tecnologias da informação no ensino de Física: o blog da Lua. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(3), 1094-1114.
- Souza E. de J., & De Mello L. A. (2017). O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(2), 530-534.
- Torres Climent, Á. L. (2009). Creación y utilización de vídeo digital y tics en física y química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 6(3), pp. 440-451
- Tsegaye, K., Baylie, D., & Dejne, S. (2010). Computer based teaching aid for basic vector operations in higher institution Physics. *Latin American Journal of Physics Education*, 4(1), 3-6.

- Vicario, J., Chiecher, A. C., & Fernández, A. (2016). Las redes sociales como herramienta para favorecer el aprendizaje de la Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(4), 8.
- Viera L. P., Aguilar C. E. (2016). Mecanica com o acelerometro de smartphones e tablets. *Física na Escola*, v. 14, n. 1.
- Zhang, Y. (2015). Analytic solution to the motion of mass-spring oscillator subjected to external force. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37(4), 4314-1.