



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

UN ESTADO DEL ARTE SOBRE EL USO DE SMARTPHONES EN LA ENSEÑANZA
DE LA FÍSICA

Trabajo presentado para optar el título de Licenciada en Matemáticas y Física

Línea de investigación en TIC para la Enseñanza de las Ciencias

LINA MARCELA HERRERA ACEVEDO

Asesoras

SONIA YANETH LÓPEZ RÍOS

MÓNICA ELIANA CARDONA ZAPATA

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

Medellín

1 8 0 3

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Licenciatura en Matemáticas y Física

2018



Resumen.....	4
1. Introducción.....	5
2. Planteamiento y justificación del problema.....	7
2.1. Propósitos de la investigación.....	11
3. Marco teórico.....	12
3.1. Las TIC en la enseñanza de las ciencias.....	12
3.2. El E-learning.....	14
3.3. Aprendizaje Móvil.....	17
3.3.1. Características principales del aprendizaje móvil.....	19
3.3.2. Los <i>Smartphones</i>	21
3.4. Herramientas cognitivas.....	23
4. Diseño Metodológico.....	28
4.1. Enfoque y modelo de la investigación.....	28
4.2. Fases de la investigación documental.....	33
5. Resultados y análisis.....	36
5.1. Análisis e interpretación por núcleo temático.....	36
5.2. Análisis teórico global.....	52
6. Conclusiones.....	60
7. Referencias bibliográficas.....	65
8. Anexos.....	71



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Lista de figuras

Facultad de Educación

Figura 1. Características del aprendizaje móvil vistas desde los autores mencionados.....19

Figura 2. Aplicaciones móviles que cumplen con algunos criterios propuestos por Jonassen (1996).46

Figura 3. Unidades de análisis que contenían aplicaciones móviles que cumplen con los criterios propuestos por Jonassen (1996).53

Figura 4. Unidades de análisis que cumplen con los criterios para los ambientes de aprendizaje móvil.56

Lista de tablas

Tabla 1: *Factores e Indicadores del primer núcleo temático*..... 31

Tabla 2: *Principales revistas que aportan a la investigación*.....32

Tabla 3: *Trabajos de carácter instrumental*.....37

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Con el auge de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los últimos años, el sistema educativo le ha otorgado un papel importante para su incorporación el currículo, de manera que se hace necesaria la reestructuración de metodologías de enseñanza, así como el acceso a estos recursos en lugares donde antes no era posible. En este sentido, el uso de *Smartphones* se ha vuelto tan cotidiano que ha facilitado muchas de nuestras actividades diarias, en cuanto a la comunicación y el acceso a la información; y se ha caracterizado por ser una herramienta significativa en los procesos de enseñanza de muchas áreas, en especial la física. Por lo anterior, en este trabajo se realiza una investigación documental que pretende dar a conocer las construcciones y reflexiones que se han generado a partir de la implementación de *Smartphones* en la enseñanza de la física bajo tres categorías fundamentales: tipos de metodologías empleadas y conceptos físicos trabajados, las aplicaciones móviles como herramientas cognitivas, y las propuestas de enseñanza-aprendizaje en la física vistas desde el aprendizaje móvil. Algunos de los resultados que surgen del análisis de estas categorías sugieren que los distintos sensores móviles pueden ser utilizados en el laboratorio de física como un instrumento más de medida; las aplicaciones móviles deben ser seleccionadas cuidadosamente, de tal manera que favorezcan el pensamiento crítico y reflexivo de los estudiantes; así como la necesidad de trabajar en el desarrollo de tecnologías que aprovechen el potencial móvil y poder adecuar los métodos a las nuevas formas de interacción y aprendizaje.

Generalmente, cuando se trata de abordar las herramientas tecnológicas que se tienen a disposición en la actualidad, se toma como un tema aislado de ámbitos sociales y se cree que los acercamientos a ellas obedecen a los intereses personales de los individuos; esto se ha convertido en un tema que pertenece al día a día, por tal motivo, se pretende brindar un aporte a la línea de investigación en TIC para la enseñanza de las ciencias, que permita hacer uso de las herramientas tecnológicas en el aula de clase.

La presente investigación documental se enmarca dentro del contexto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la enseñanza de las ciencias, haciendo énfasis en herramientas como los *Smartphones* y las aplicaciones móviles (*Apps*) que son útiles a la hora de llevar a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física en especial. Fue importante traer a discusión referentes teóricos como las TIC en la enseñanza de las ciencias, las cuales abren nuevas posibilidades educativas y que cada vez van rompiendo con las limitaciones espacio-temporales; teniendo en cuenta esas ideas, se empieza a visualizar el modelo llamado *E-learning*, más conocido como aprendizaje electrónico, que busca modificar las formas de interacción entre docentes y estudiantes con la ayuda de internet. Gracias a las evoluciones tecnológicas que tuvieron las industrias móviles, fue posible incorporar también estas herramientas a los procesos de enseñanza y aprendizaje, dándose una transformación en el modelo del aprendizaje electrónico y el surgimiento del *M-learning*, que es lo que hoy se conoce como aprendizaje móvil, brindando ventajas como la ubicuidad, accesibilidad, adaptabilidad, entornos de aprendizaje colaborativo, entre otros.

Para el propósito de este trabajo, fue necesario delimitar el campo de conocimiento al que se desea atender, centrando la atención en la enseñanza de la física apoyada en el uso de los



Facultad de Educación

subtemas, que más adelante se denominarán núcleos temáticos, los cuales se describen dentro del modelo propuesto por Hoyos (2000) adoptado en esta investigación; estos subtemas corresponden a los siguientes: Caracterización de trabajos que hacen uso de *Smartphones* para la enseñanza de la física, aplicaciones móviles como herramientas cognitivas y propuestas de enseñanza-aprendizaje en la física bajo la perspectiva del aprendizaje móvil.

Para abordar dichos subtemas, en el capítulo que comprende el marco teórico se desarrollaron los referentes mencionados previamente, haciendo énfasis en los *Smartphones* y sus distintos sensores, caracterizándolos como herramientas cognitivas desde la perspectiva de Jonassen (1996). Más adelante, se hace hincapié en el enfoque investigativo y el modelo de la investigación documental desde la perspectiva de Hoyos (2000), la descripción de las fases que la autora propone para llevar a cabo todo el proceso, así como los criterios de validez para este tipo de investigación.

Finalmente, gracias a los artículos seleccionados para fundamentar esta investigación, los cuales se analizaron teniendo como base el análisis de contenido propuesto por Piñuel (2002), se lleva cabo la discusión de los resultados; donde de una manera detallada se hace la interpretación por cada núcleo y luego la explicación global de todo lo encontrado, permitiéndonos identificar logros, vacíos y limitaciones que le dan sentido a esta investigación.



2. Planteamiento y justificación del problema

Facultad de Educación

Para muchos de nosotros referirnos a las herramientas tecnológicas que tenemos a disposición hoy en día es una situación que no es ajena, ya sea para hablar en ámbitos sociales o buscar acercamientos a los intereses personales de cada uno; en otras palabras, se ha convertido en un tema del día a día. Ya no es raro realizar compras por internet sin movernos de casa, hablar a cualquier hora del día con nuestros amigos y familiares más lejanos, tener una larga lista de reproducción musical, volvernos fotógrafos y capturar recuerdos para nuestra historia, ver tutoriales de cocina e incluso resolver algunos de nuestros asuntos laborales por medio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Ahora bien, podríamos pensar que el uso de estas herramientas tecnológicas ha sido enfocado desde unos propósitos más generales; sin embargo, de acuerdo con Pontes (2005), hay diferencias entre los recursos informáticos de propósito general y los programas específicos de enseñanza de las ciencias asistida por ordenador. Es decir, para este autor, a esos recursos informáticos que tienen propósitos más específicos, son utilizados en la educación, para instruir y orientar a los docentes y alumnos.

En efecto podemos resaltar que la influencia de las TIC es cada vez mayor en términos académicos, y aún más en la educación científica; hablamos de laboratorios virtuales, simulaciones, tutoriales, clases virtuales, páginas interactivas con información muy actualizada, entre otros. Sin embargo, a pesar de la gran influencia de las TIC que se ha mencionado en la idea anterior, desde las observaciones hechas en la Práctica Pedagógica de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia, todavía es posible ver que en algunas aulas de clase no se aprovechan al máximo este tipo de herramientas; en ese caso, falta mejorar en algunos aspectos para potencializar más los procesos de enseñanza y aprendizaje, y que estos a su vez sean más significativos. Sanmartí e Izquierdo (2001) y Pontes (2001) (citados por



docente para acompañar las actividades académicas, se piensa que todavía no se ha logrado superar una primera fase exploratoria, donde se proponen diferentes modos de trabajo en las actividades desarrolladas en el aula y que hasta el momento no han sido abordadas desde la investigación educativa.

Aun así, con la evolución de estas tecnologías, Meneses (2017) manifiesta que muchos docentes aún se niegan a promover el uso de las *tablets* o los *smartphones* en el aula, ya sea porque generan distracciones y no les permiten obtener la atención de los estudiantes o por motivos más personales; además, resulta curioso que, en muchos centros educativos, en las coordinaciones y reuniones entre docentes, todavía se habla de prohibir el uso de los celulares poniendo como único argumento la distracción entre los estudiantes. No obstante, es necesario resaltar que los *Smartphones* se reconocen dentro de las TIC como herramientas que promueven la información y la comunicación, y tienen potencial para utilizarse en la enseñanza y aprendizaje de algunos contenidos específicos.

Por su parte, Angelo (2013) afirma que “al momento de imaginar a las notebooks, a los celulares y *tablets*, como posibles recursos educativos, todos son plataformas que incorporan casi las mismas capacidades tecnológicas. No hay razón técnica para reprimir uno y no el otro” (p. 75); por eso él considera que elegir una herramienta y no la otra está asociado a la forma metodológica que tiene el docente para llevar a cabo la clase. Una perspectiva muy similar tiene Hiraldo (2016), pues descartar el *Smartphone* u otra tecnología del aula es una discusión vacía porque ya se ha instalado en una realidad mayor, una sociedad que avanza en cuanto a estas temáticas y donde las prácticas en el sistema educativo se vuelven más exigentes; por ello “la innovación educativa se impondrá por el propio peso de la conectividad y el aprendizaje en



Facultad de Educación
pedagógico y profesional innovador o, por lo menos, actualizado y entusiasta” (p. 76). Así mismo, invita al docente a ser creativo para mejorar el proceso de enseñanza, y que este no se convierta en el mero hecho de transferir conocimientos.

Para Torres, Bañón y López (2017), la mayoría de la población escolar dispone de un *Smartphone*, pero solo se utiliza para jugar o establecer comunicación por las redes sociales; esto ha conllevado a eclipsar las potencialidades de este dispositivo y a hacer más visible la diferencia entre un buen y un mal uso, ya sea por parte de los estudiantes como también de los docentes. La investigación aquí propuesta brinda un gran aporte a la línea de investigación en TIC para la enseñanza de las ciencias; por ser un trabajo que muestra los avances que el uso de dispositivos móviles ha tenido en términos de estrategias utilizadas para la enseñanza de las mismas, junto con los nuevos modelos de ambientes de aprendizaje que se han instalado en la sociedad educativa.

Aunque últimamente se conocen muchos trabajos en la enseñanza de la física que utilizan estas herramientas tecnológicas, realmente no son muchas las iniciativas que proponen experiencias educativas que hacen uso de *Smartphones* y aplicaciones móviles que estén bien diseñadas. Según López (2017), esto se debe a dos factores: en primer lugar, el poco tiempo transcurrido desde la implantación generalizada de estos dispositivos, y en segundo lugar por las restricciones y prohibiciones que las instituciones educativas han impuesto sobre su uso. En trabajos como el de Ramos (2012) y López (2014), se valora la importancia que tienen los ambientes de aprendizaje basados en la movilidad y el uso de los teléfonos inteligentes; sin embargo, en el primer trabajo se propuso una plataforma de aprendizaje móvil como apoyo a las actividades de la enseñanza y el aprendizaje de la física mecánica haciendo uso de los celulares y



Facultad de Educación

claridad las aplicaciones móviles utilizadas; y toda la plataforma basada sobre el aprendizaje

móvil que proponen está enfocada al uso de los lenguajes de programación como JavaME,

C/C++ y Python.

El segundo trabajo, por su parte, hace la selección de siete aplicaciones móviles que reemplazarán al sonómetro para trabajar algunas temáticas específicas de la acústica; y al llevarse a cabo las prácticas experimentales propuestas no se obtuvieron resultados favorables con su uso, a lo que López (2014) se refiere al afirmar que “las aplicaciones móviles en el campo de la medición acústica para Smartphone NO son exactas, no poseen rigor” (p. 77). Esto nos lleva a pensar que en muchos casos no se hace la selección de *Apps* adecuadas y que por ende no explotan las potencialidades de los dispositivos móviles. Por eso, en esta investigación se hace importante establecer algunos criterios tanto para los ambientes de aprendizaje móvil, como para evaluar las aplicaciones móviles que se comportan como herramientas cognitivas y que hacen uso de los sensores que incorporan los *Smartphones*, sirviendo de apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física.

Hechas las observaciones anteriores y teniendo como fin realizar una revisión de literatura sobre la incorporación de los *Smartphones* en la enseñanza de la física, la pregunta de investigación que se plantea es **¿Qué características tienen los estudios que implementan *Smartphones* como herramientas cognitivas para favorecer el aprendizaje móvil en la enseñanza de la física?**



General:

Analizar las características de los estudios que implementan *Smartphones* como herramientas cognitivas que favorecen el aprendizaje móvil en la enseñanza de la física.

Específicos:

- Identificar el estado actual de la investigación sobre el uso de *Smartphones* en la enseñanza de la física.
- Establecer el carácter de herramienta cognitiva que tienen algunas aplicaciones móviles para la enseñanza de la física.
- Valorar las propuestas de enseñanza de la física con el uso de *Smartphones* desde la perspectiva del aprendizaje móvil.



En este capítulo se lleva a cabo el desarrollo de temáticas como las TIC en la enseñanza de las ciencias, el *E-learning*, el aprendizaje móvil y sus principales características; dentro de este apartado se hace énfasis en los *Smartphones* y sus distintos sensores, que pueden ser instrumentos de medida con ayuda de algunas aplicaciones móviles (*Apps*); y adicionalmente, se hace referencia a las herramientas cognitivas, más conocidas como *mindtools*, propuestas por Jonassen (1996).

3.1. Las TIC en la enseñanza de las ciencias

En la sociedad de la información, las potentes Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han generado grandes cambios en todos los ámbitos de las actividades humanas y han tenido gran efecto en la educación; las instituciones educativas cada vez hacen mayor uso de estas herramientas para difundir sus diversos materiales y estar en interacción constante con toda la comunidad; algunos ejemplos de ello pueden evidenciarse con el incremento de los portales educativos y la relación de los estudiantes con los distintos dispositivos tecnológicos que los conduce a aprender cosas nuevas fuera de los centros educativos. Con base en lo anterior, Graells (2013) plantea que las instituciones educativas tienen un reto en poder integrar todos los aportes de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, de tal forma que les favorezca a los estudiantes la estructuración y valoración de los conocimientos adquiridos a través de internet.

Cuando las TIC se utilizan como soporte dentro de las aulas, teniendo presente el buen uso de ellas, estas son capaces de mejorar las prácticas docentes en cuanto a los asuntos metodológicos, incluso los estudiantes empiezan a verse motivados y llamados a la participación.



Facultad de Educación

en el estudiante y en su proceso de enseñanza y aprendizaje, además cuando las herramientas tecnológicas se consideran instrumentos para favorecer el conocimiento posibilitan el desarrollo de actividades en tiempo real o de manera asincrónica, compartiendo e intercambiando información con los mismos compañeros o con el docente.

Capuano (2011) también comparte la idea de Graells (2013), al afirmar que se empiezan a introducir nuevas metodologías en la educación en general para implementar las TIC en distintas áreas del conocimiento, pero en particular en la educación científica. Las herramientas tecnológicas aplicadas en contextos como la física, están presentes con mayor relevancia en las actividades experimentales; tal es el caso de la incorporación de distintos sensores que permiten obtener mediciones más precisas, tratar diferentes datos estadística y matemáticamente, incluso pensar los laboratorios virtuales y las distintas simulaciones de muchos fenómenos físicos.

Vale la pena detenerse un poco en la idea de Capuano cuando se refiere al acompañamiento que tienen las TIC en las distintas disciplinas, pero en especial en la educación científica: para los intereses de esta investigación es importante hacer énfasis en una ciencia como la física, y para ello se hace necesario hablar de su didáctica. En este sentido, Cruz y Espinosa (2011) consideran que de esta manera se orientan los procesos de pensamiento que conllevan a adquirir los conocimientos propios de la física y por tanto cuando se desean implementar las herramientas tecnológicas no consiste en inventar estrategias facilistas y sin objetivos, pues se hace necesaria la planificación pertinente para dicha implementación.

Así mismo, Vásquez (2011) en concordancia con Cruz y Espinosa expresa que “no obstante, el uso de las TIC en las tareas del aula exige una previa planificación detallada de actividades, realizada con minuciosidad y compartida con otros profesores de la especialidad y



Facultad de Educación
forma automática en los laboratorios y busquen afanosamente fórmulas para resolver bien los ejercicios; a ello se le suma que al momento de analizar una situación o fenómeno físico les hace falta reflexionar, analizar e interpretar; en ese caso es más difícil que los alumnos desarrollen un pensamiento crítico y reflexivo.

Cabe señalar que cuando las TIC han abierto nuevas posibilidades con propósitos enfocados al aprendizaje que permite llegar a más personas y romper algunas limitaciones espacio-temporales, da lugar a un modelo conocido como el *E-learning*; un modelo que cada vez es más valorado por ser un complemento a la formación tradicional, que se adapta a las necesidades de un público en formación, y mejor aún, como lo dice Conde (2007), un modelo que también busca evolucionar a la par con su pilar fundamental, la tecnología.

3.2. El E-learning

A mediados de los años 80, surgió una educación basada en computadoras en la que había una escasa interactividad; sin embargo, este tipo de educación se empezó a expandir hasta los años 90 en donde se comenzó a hablar de la educación *online* o el aprendizaje electrónico más conocido como el *E-learning*. Este modelo se caracterizaba por una poca relación entre el docente y el estudiante, mientras que el uso de los medios tecnológicos permitía desarrollar los procesos de enseñanza y aprendizaje, proponiendo así un avance en los sistemas tradicionales de la educación y ofreciéndoles a éstos la adaptabilidad, flexibilidad, permanencia y sincronía Cantillo, Roura y Sánchez, (2012).

Keegan (citado en Ramos, 2012) define el *E-learning* como el arte de la educación a distancia apoyada en el uso de TIC; los ambientes de aprendizaje que aquí se generan están siempre centrados en el estudiante; para ello, se deben considerar unos aspectos importantes: el



soporte y ética de uso. Así, el *E-learning* se consideró durante mucho tiempo como un progreso y un éxito en materia educativa, en donde ha estado soportado por la incorporación del internet en todos los países del mundo, todos los estratos e idiomas.

Area y Adell (2009) se cuestionaron sobre las posibilidades y mejoras que el *E-learning* ofrecía a la educación y que ésta a su vez fuese de calidad; por lo cual mencionan que este posibilita: extender y facilitar el acceso a la formación de las diferentes personas que no pueden acceder a la modalidad presencial de la educación, incrementar la responsabilidad y autonomía del estudiante en su propio proceso de aprendizaje, superar limitaciones como el tiempo y el espacio, generar un gran potencial interactivo entre docentes y estudiantes, un aprendizaje colaborativo entre diversas comunidades virtuales conformadas por maestros y alumnos.

Enfatizando un poco, en el *E-learning* se identifican tres grandes modelos que determinan la utilización de los recursos de Internet y también de las aulas virtuales, dichos modelos son según Area, San Nicolás y Fariña (2010, pp. 10-11):

Modelo de docencia presencial con Internet: el aula virtual como complemento o recurso de apoyo. En este modelo de uso de aula virtual lo relevante sigue siendo el proceso de enseñanza presencial del aula física de forma magistral, de tal manera que el docente sigue realizando las mismas prácticas, pero apoyándose en recursos tecnológicos.

Modelo de docencia semipresencial: el aula virtual como espacio combinado con el aula física. El aula virtual no sólo es un recurso de apoyo a la enseñanza presencial, sino también un espacio en el que el docente genera y desarrolla distintas actividades para que los estudiantes interactúen con el conocimiento y favorezca su aprendizaje.



Facultad de Educación

modalidad educativa el material o recursos didácticos multimedia cobran una especial relevancia ya que el proceso de aprendizaje de los estudiantes estará guiado, en su mayor parte, por los mismos. De igual manera, la interacción comunicativa dentro del aula virtual es un factor importante para el éxito del estudiante.

Es cierto que el uso de las TIC y estas nuevas formas de impartir los procesos de enseñanza y aprendizaje son actualmente herramientas muy valiosas y utilizadas en los contextos educativos. En áreas como la física, el *E-learning* ha tenido gran relevancia, pues ha permitido transformar escenarios como los laboratorios convencionales, donde muchas veces en estos lugares no es posible llevar a cabo algunas prácticas experimentales por falta de recursos, tiempo, espacio entre otros; mientras que los laboratorios virtuales permiten simular fenómenos, modelar algunos sistemas, representar conceptos, y vivir muchas más experiencias. Lorandi, Hermida, Hernández y de Guevara (2011), afirman que: “los sistemas de enseñanza basada en Internet o e-learning, trasladan el entorno de enseñanza a espacios virtuales donde se puede enriquecer el proceso de autoaprendizaje” (p. 24). Todo esto nos conduce a pensar nuevas estrategias para la enseñanza de la física desde otros ambientes de aprendizaje.

Sin embargo, a pesar del éxito del *E-learning*, la revolución de las industrias móviles y las comunicaciones ha sido un gran detonante para buscar una nueva forma de interacción entre los docentes y los estudiantes. Con esta idea se hace referencia a que el *E-learning* se está adaptando a estas nuevas tecnologías y por ende a esos nuevos modelos que proponen las mismas; esta evolución toma el nombre de M-learning.



Facultad de Educación

Cuando se habla de aprendizaje móvil, esto no quiere decir que se separa de las otras formas de educación; más bien, se enfoca en crear nuevas alternativas y estrategias que cambian significativamente las prácticas existentes de aprendizaje, viendo la educación desde un nuevo ángulo. Cuando hay una movilidad en el aprendizaje, el conocimiento y las habilidades se pueden transferir a través de los distintos contextos que nos presenta la sociedad. A esto también se le suma que las nuevas tecnologías puedan ser diseñadas para apoyar los procesos de enseñanza en los distintos momentos de la vida cotidiana (Sharples, Taylor y Vavoula, 2005).

Por otra parte, Vavoula (2005) considera dentro de la teoría del aprendizaje móvil que se debe tener en cuenta todo aquel aprendizaje que se genera fuera del aula; en uno de sus estudios encontró que las personas podían aprender en el hogar, la oficina de trabajo, la casa de un amigo, en cafés, lugares de ocio e incluso en el transporte; lo cual sugiere que el aprendizaje móvil no está asociado necesariamente con la movilidad física, sino que se están creando oportunidades para diseñar tecnología que apoya el aprendizaje dependiendo de la disponibilidad de tiempo que poseen las personas, conduciéndolas a interactuar con el entorno y adoptar espacios improvisados para aprender.

En ese mismo sentido para que el aprendizaje sea efectivo y en especial el aprendizaje móvil, debe seguir un enfoque social-constructivista, que considera el aprendizaje como un proceso activo de desarrollo de conocimiento y habilidades, y que cuenta con el apoyo de toda una comunidad. Según National Research Council (1999), para que el aprendizaje sea efectivo debe tener las siguientes características:

- *Centrado en el alumno*: se basa en las habilidades y el conocimiento de los estudiantes, lo que les permite razonar sobre sus propias experiencias.



Facultad de Educación

de conocimientos validados, enseñando eficientemente y con uso ingenioso de conceptos y métodos.

- *Evaluación centrada:* la evaluación se corresponde con la capacidad de los alumnos, ofreciendo diagnóstico y una guía formativa que se basa en el éxito.
- *Centrado en la comunidad:* los estudiantes exitosos forman una comunidad mutuamente promotora, compartiendo conocimiento y apoyo a estudiantes menos capaces.

De igual manera, West (2012) también habla de cómo debe ser el *M-learning* para que este tenga efectos positivos en los contextos educativos, que si bien es un término nuevo y un poco desconocido para algunas culturas, es un campo en donde ya muchos docentes, instituciones educativas y autoridades nacionales han intentado explorar e incorporar la tecnología móvil en la educación, en donde han aprendido importantes lecciones en el camino y han dado grandes pasos. En consecuencia, este autor menciona que

para que el aprendizaje móvil tenga un efecto positivo en la educación de forma sustancial, los educadores y los encargados de formular políticas deberán forjar nuevas alianzas con sectores económicos y otras partes interesadas que históricamente no han estado involucrados en la enseñanza y el aprendizaje (p.8).

Varias son las definiciones para el aprendizaje móvil, una de ellas se da a partir de las nuevas exigencias educativas; por tanto, el aprendizaje móvil (o *M-learning*) es:

Una clase de aprendizaje que puede ocurrir en cualquier lugar y en cualquier momento con la ayuda de un dispositivo móvil capaz de presentar contenido y suministrar conexión inalámbrica para la comunicación entre estudiantes y profesores a través de un entorno administrativo educacional (Dye, citado en Ramos, 2012, p. 95).



Facultad de Educación
comparación con el aprendizaje tradicional este aprendizaje móvil supera las limitaciones del tiempo de aprendizaje y espacio; y que con sus grandes ventajas es adecuado para ser aplicado durante actividades auténticas de aprendizaje.

3.3.1. Características principales del aprendizaje móvil.

Anteriormente hablamos de unas características del *E-learning* como la adaptabilidad, la flexibilidad, la ubicuidad y la posibilidad de crear ambientes para favorecer un aprendizaje colaborativo; también al *M-learning* se le asocian unas características tecnológicas, que se describen en la Figura 1:

Cantillo, Roura y Sánchez (2012)	Ramos (2012)	Universidad Politécnica de Madrid (2013)
<ul style="list-style-type: none"> • Portabilidad • Inmediatez y conectividad • Ubicuidad • Adaptabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Movilidad • Ubicuidad • Interactividad • Flexibilidad • Portabilidad • Inmediatez • Aprendizaje colaborativo • Virtualidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad • Motivación • Aprendizaje activo • Sensores • Multifunción • Portabilidad • Inmediatez • Flexibilidad • Conectividad • Ubicuidad

Figura 5. Características del aprendizaje móvil vistas desde los autores mencionados

1 8 0 3

Se puede evidenciar que tres referentes teóricos (Cantillo, *et al.*, 2012; Ramos, 2012 y la Universidad Politécnica de Madrid, 2013) concuerdan en muchas de las características del aprendizaje móvil, todas ellas se describen detalladamente a continuación.



Facultad de Educación

- *Inmediatez y conectividad:* mediante redes inalámbricas.
- *Ubicuidad:* ya que se libera el aprendizaje de barreras espaciales o temporales.
- *Adaptabilidad:* de servicios, aplicaciones e interfaces a las necesidades del usuario.
- *Movilidad:* desde un punto vista tecnológico se refiere a poder trasladarse en diferentes entornos geográficos sin perder la capacidad de estar conectado a las plataformas de comunicaciones; y desde el punto de vista educativo la capacidad de aprender desde diferentes contextos y comunicar las experiencias en diferentes entornos.
- *Interactividad:* hay un canal de comunicación bidireccional entre estudiantes y profesores permitiendo la colaboración y la acción dialógica.
- *Flexibilidad:* los dispositivos móviles ofrecen diferentes aplicaciones y servicios como reproductores de música y vídeo, conexiones a redes inalámbricas Wi-Fi, cámaras fotográficas y de vídeo integradas, juegos interactivos, internet móvil, organizadores, agendas, tareas, mensajes de texto y multimedia, entre otros, que difieren de acuerdo a la tecnología del dispositivo.
- *Aprendizaje colaborativo:* los grupos de estudio se apoyan y comparten conocimientos para la ejecución de trabajos, solución de inquietudes y búsqueda de información.
- *Motivación:* su uso potencia la motivación en el usuario.
- *Accesibilidad:* en comparación con otras herramientas su coste es más bajo.
- *Aprendizaje activo:* potencia un papel más activo en el alumno.
- *Variedad de Apps:* permite la utilización de diversas Apps, para el aprendizaje, producción de contenido, etc.



Facultad de Educación
que pueden enriquecer los procesos de aprendizaje.

Todas esas características proporcionan grandes ventajas a la hora de hacer uso de estos nuevos ambientes de aprendizaje.

3.3.2. Los Smartphones

En la actualidad los teléfonos inteligentes o *Smartphones* incorporan mucha más capacidad de procesamiento que los teléfonos antiguos, todo esto se ha dado gracias a los avances de la industria de telecomunicaciones y de la ciencia que ha permitido el desarrollo de tecnología microelectrónica; esto ha conllevado a que estos dispositivos sean muy populares en todo el mundo por sus múltiples funcionalidades.

Según Roca (2013) un *Smartphone* analizado desde el hardware, es un ordenador de bolsillo que debido a sus funcionalidades lo clasifican dentro de los dispositivos de proceso más versátil y potente. Estos teléfonos inteligentes como mínimo se componen por un teclado virtual, una pantalla táctil y un significativo tamaño de memoria. Estos dispositivos con tales características necesitan de un sistema operativo específico que los haga funcionar; en la actualidad los más dominantes en el mercado son: iOS y Android.

En esta misma línea de discusión, la cantidad de versiones de los teléfonos móviles traen ya incorporados una variedad de sensores que los hacen muy llamativos a la hora de la experimentación en el área de la física. Según Suárez, Bustos, Figallo y Concari (2016), para que la utilización de los sensores sea efectiva, estos deben hacer uso de diferentes aplicaciones para acceder a los datos recogidos por ellos. Las aplicaciones móviles también son denominadas como Apps, las cuales se definen como:



Facultad de Educación

se adaptan a las limitaciones de estos, pero también permiten aprovechar sus

posibilidades tecnológicas. Realizan funciones específicas para responder adecuadamente los requisitos de rapidez, ubicuidad y conveniencia propios de la movilidad (Suárez et al., 2016, p. 2)

Ya se ha mencionado qué son las aplicaciones móviles y cómo estas son adaptadas a las características de los *Smartphones*, ahora se mencionan los diferentes sensores que se encuentran en el teléfono móvil donde son utilizados por medio de las Apps, estos son:

- *Acelerómetro*: es útil para medir la aceleración, la inclinación y la gravedad.
- *Giroscopio*: este mide la velocidad angular en todos los ejes.
- *Barómetro*: permite medir la presión atmosférica y además calcular la altitud sobre el nivel del mar, apoyando al GPS.
- *Magnetómetro*: es un sensor capaz de detectar campos magnéticos y funcionar como brújula.
- *Sensor de proximidad*: es un sensor capaz de detectar la presencia de objetos cercanos sin ningún contacto físico, emitiendo un campo electromagnético o un haz de radiación electromagnética.
- *Sensor de luz*: se usa para detectar la intensidad de luz que hay en el entorno donde se esté usando el dispositivo.
- *Sensor GPS*: es el Sistema de Posicionamiento Global, ayudando a la localización geográfica del dispositivo.
- *Termómetro*: sirve para medir la temperatura interna del dispositivo y la temperatura del ambiente.



Facultad de Educación

facilitar muchas de las mediciones que se requieren en las prácticas experimentales, incluso reemplazar algunos instrumentos de medida que por motivos económicos no es posible tenerlos en los laboratorios; la gran ventaja es que la mayoría de los estudiantes poseen en la actualidad dichos dispositivos móviles y solo se requiere de aplicaciones (Apps) bien diseñadas que saquen el potencial de los teléfonos inteligentes.

3.4. Herramientas cognitivas

Jonassen (1996) propone una forma de apoyar la educación y los procesos de enseñanza – aprendizaje que se alejan de los enfoques tradicionalistas, y es el poder utilizar las computadoras en dichos procesos educativos. La propuesta consta de seleccionar programas como *herramientas cognitivas* o más conocidas como *mindtools*, de tal forma que puedan favorecer un pensamiento reflexivo, crítico y significativo en los estudiantes.

Las herramientas cognitivas son definidas como las aplicaciones de computación que hacen que los estudiantes entren en un proceso de reflexión significativa de tal manera que el simple hecho de utilizar dicha aplicación les permita hacer sus representaciones mentales de lo que saben. Con esto lo que se quiere decir es que los estudiantes usen estas aplicaciones con el fin de desarrollar su pensamiento crítico, mas no tanto como una actividad de ocio.

Al respecto conviene decir que el modo más apropiado de utilización de la computadora como herramienta cognitiva es para acceder a la información e interpretar y organizar el conocimiento personal. Así como los carpinteros no pueden trabajar en forma efectiva sin su equipo de herramientas adecuadas que los ayudan a ensamblar maderas y construir muebles o casas, los estudiantes no pueden trabajar en forma efectiva el pensamiento complejo sin acceder



Dentro de esas herramientas cognitivas basadas en computadoras se encuentran las bases de datos, las hojas de cálculo, los entornos colaborativos de construcción de conocimiento, los lenguajes de programación, las redes semánticas, el *software*, entre otros; cabe señalar que estas herramientas no están limitadas a las antes mencionadas. Sin embargo, cuando algunas de estas herramientas están bajo unos modelos educativos instructivistas tradicionales, estas según Bruce y Rubin (1993) citados por Jonassen (1996), no han logrado mejorar significativamente la enseñanza y el aprendizaje, obstaculizando el crecimiento intelectual de la mayoría de los estudiantes.

Adicionalmente, Duffy y Jonassen (1992) hablan de la teoría de aprendizaje constructivista, la cual ha venido ganando terreno y respeto en comparación con el instructivismo y conductismo. El constructivismo se preocupa por el proceso de la construcción del significado y del conocimiento en el mundo, tomando en cuenta lo que sabemos, las experiencias previas, y cómo esas experiencias se organizan en modelos mentales para poder interpretar los distintos objetos y eventos que se encuentran en nuestro entorno. En ese mismo sentido, las herramientas cognitivas pueden ayudar en la medida que los estudiantes organizan, reestructuran y representan lo que saben.

De acuerdo con el constructivismo, el maestro no puede trazar sus propias interpretaciones del mundo en el alumno, porque no comparten un conjunto de experiencias e interpretaciones comunes. La realidad (o al menos lo que sabemos y entienden de ella) reside en la mente de cada conocedor que interpreta el mundo externo de acuerdo con sus propias experiencias, creencias y conocimientos. Los estudiantes



Además, Salomon, Perkins y Globerson (1991) consideran que los docentes deben empoderar a los estudiantes con herramientas cognitivas, de tal manera que los aprendizajes de estos estudiantes se propicien por el uso y colaboración de tales herramientas; aunque esto puede prestarse para fuertes críticas que van en contra de hacer uso de las tecnologías porque podría implicar que los educandos dependan mucho de ellas, se debe reconocer que muchos desempeños contemporáneos carecen de sentido sin las tecnologías que los habilitan.

Por ejemplo, Platón criticó el lenguaje escrito como una tecnología que debilitaría la memoria humana. Del mismo modo que no evaluaríamos la capacidad de un artista sin permitir el uso de pinceles, pintura y otros medios, no deberíamos evaluar las capacidades intelectuales contemporáneas sin las herramientas de las prácticas intelectuales contemporáneas, incluidos los libros y las computadoras. (Salomon *et al.*, 1991, p. 4)

Sobre la base de las consideraciones anteriores, las *mindtools* apoyan el aprendizaje constructivista, de tal manera que les permite a los estudiantes una construcción significativa de su conocimiento y no se enfocan en un aprendizaje memorístico que conduce a la poca criticidad y falta de reflexión. Por eso, de acuerdo con Jonassen (1996) existen algunos criterios para evaluar las distintas aplicaciones que no necesariamente tienen que estar enfocadas a las computadoras y que funcionan como herramientas cognitivas. Sus criterios son:

- *Disponibilidad de las aplicaciones:* Las aplicaciones de software que son utilizadas como *mindtools* están disponibles y pueden funcionar como una forma de apoyar otras necesidades de la computación.



Facultad de Educación

las aplicaciones están disponibles para dominio público, o por consorcios educativos que distribuye *software* sin cargo. Si no, deberían ser accesibles a costos razonables.

- *Representación del conocimiento:* La aplicación puede ser utilizada para representar conocimiento, cómo una persona a partir de lo que sabe puede representar el contenido o conocimiento personal.
- *Generalizable:* La aplicación puede ser usada para representar conocimiento o contenido en diferentes áreas o asignaturas. La mayoría de las *mindtools* pueden ser usadas en ciencias como la química, física, la biología, las matemáticas y la literatura, entre otras.
- *Pensamiento crítico:* Al utilizar *mindtools* los estudiantes se involucran en pensamiento crítico sobre su asignatura. El pensamiento es profundo, de nivel superior o más significativo, que no implica el tener que memorizar o parafrasear algo que alguien (el docente o el libro de texto) dijo sobre el contenido.
- *Transferencia de lo aprendido:* utilizar *mindtools* puede facilitar la reflexión en varios campos. Esto significa que el pensamiento crítico puede desarrollarse en diferentes contextos con la ayuda de las herramientas cognitivas.
- *Formalismo simple y significativo:* El formalismo de las *mindtools* es una forma de pensar simple pero significativamente. El pensamiento requerido para construir bases de conocimiento o producir multimedia es profundo. Los sistemas expertos requieren que los estudiantes piensen en forma causal. Si las conexiones de causa-efecto no son siempre obvias, pero no son tan difíciles de encontrar cuando uno las busca en forma apropiada.
- *Aprendizaje fácil:* El esfuerzo mental requerido para aprender a usar el *software* no puede exceder los beneficios de reflexión que resultan. El *software* debe poder ser aprendido

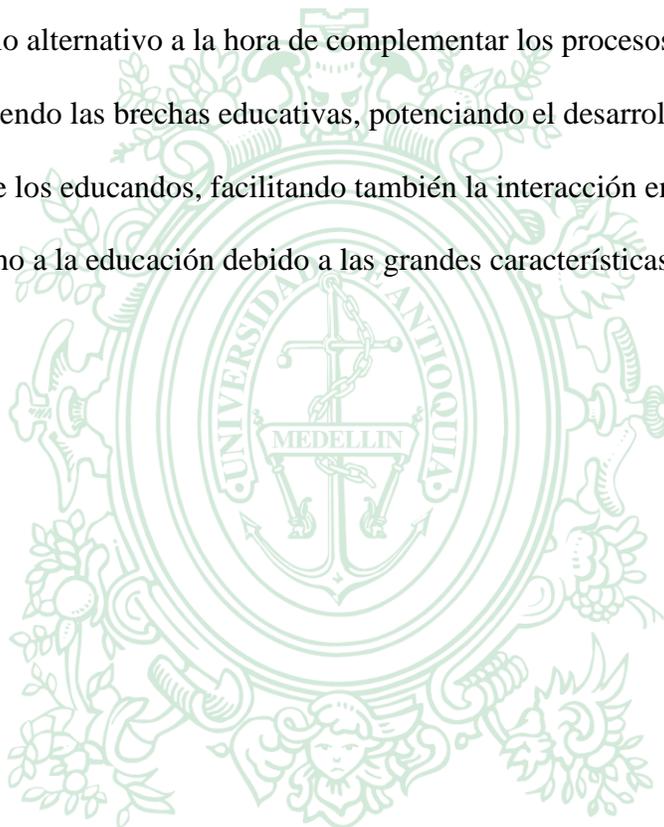


UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

en dos horas o menos. La sintaxis y el método de utilización del *software* no debería ser tan

Facultad de Educación
formal ni tan difícil que enmascare la meta mental del sistema.

En efecto, todos los criterios anteriormente descritos sirven para evaluar las herramientas cognitivas, que deben estar bajo miradas pedagógicas y prácticas; es allí donde el *M-learning* se convierte en un modelo alternativo a la hora de complementar los procesos de enseñanza y aprendizaje, disminuyendo las brechas educativas, potenciando el desarrollo científico y el pensamiento crítico de los educandos, facilitando también la interacción entre pares y favoreciendo el derecho a la educación debido a las grandes características que posee.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



En este capítulo se aborda el enfoque investigativo y el modelo de la investigación documental desde la perspectiva de Hoyos (2000), la descripción de las fases que la autora propone para llevar a cabo todo el proceso, así como los criterios de validez para este tipo de investigación.

4.1. Enfoque y modelo de la investigación

La investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, el cual permite tener otras visiones acerca de la enseñanza de las ciencias y ha disminuido un poco más las brechas que se han creado de acuerdo a la rigurosidad y neutralidad de un enfoque cuantitativo. Para Bonilla (1997), la investigación cualitativa intenta hacer aproximaciones globales de las distintas situaciones o acontecimientos sociales, permitiéndose explorarlas, describirlas y comprenderlas de manera inductiva; además no pretende que el investigador se base en hipótesis formuladas enmarcando una postura externa porque esta postura no le permite una interacción con los miembros de su contexto social, ni ver cómo comparten el significado y el conocimiento que tienen de sí mismos y de su realidad.

El método cualitativo está basado en un proceso constructivo, donde los hallazgos se van formando a partir de esas construcciones en las que hay un consenso. Lincoln (1992) citado por Bonilla (1997), afirma que los métodos cualitativos capturan el fenómeno de una manera holística, o intentan comprender el fenómeno dentro de su contexto, o incluso, enfatiza la dimensión y comprensión del significado humano adscrito a un grupo de circunstancias o fenómenos.



Su finalidad esencial 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. Implica una metodología progresiva mediante fases bien diferenciadas, para el logro de unos objetivos delimitados que guardan relación con el resultado del proceso (p. 57)

Este modelo de investigación puede entenderse como un estado del arte, el cual se apoya en una disciplina filosófica llamada la hermenéutica, definida como la ciencia universal de la interpretación y de la comprensión o entendimiento crítico y objetivo del sentido. Así pues, “el problema central de esta disciplina está en el comprender, y la finalidad del método en comprender al autor mejor de lo que él mismo se comprendió” (Hoyos, 2000, p. 58).

En esta corriente filosófica se distinguen dos fases; una interpretación gramatical que se vincula al sentido objetivo de las palabras y una interpretación técnica y subjetiva cuyo objeto es captar la particularidad significativa. Gadamer (citado en Hoyos, 2000) intenta mostrar la postura que debe tomar un investigador frente a un escrito, al afirmar que

Quien desee comprender un texto tiene que estar dispuesto a dejar que este le diga algo.

Una conciencia hermenéuticamente adecuada debe mostrarse sensible, de manera

preliminar a la alteridad del texto. Dicha sensibilidad no presupone una neutralidad

objetiva o un olvido de sí mismo, sino una clara toma de conciencia respecto de las

propias presuposiciones y los propios prejuicios (p. 60)



Facultad de Educación
de las investigaciones que se han realizado sobre un tema central; es oportuno ahora tener

algunos conceptos claros que se abordarán en este trabajo tales como:

- **Unidad de análisis:** se entiende por unidad de análisis todos los textos de carácter individual, ya sea un libro, un ensayo, un artículo, una tesis, entre otros; los cuales serán analizados y servirán de apoyo para fundamentar los núcleos temáticos.
- **Núcleos temáticos:** entendidos como los subtemas que delimitan el campo de conocimiento.
- **Factor:** se definen los factores como los elementos o aspectos de relevancia en una unidad de análisis y que a su vez, desglosa lo que llamaremos indicadores.
- **Indicador:** los indicadores muestran aspectos importantes de un factor.

Para efectos de esta investigación el tema central estará enfocado en la enseñanza de la física apoyada en los diferentes sensores que se encuentran incorporados en los *Smartphones*. De este campo de conocimiento se desglosaron los siguientes núcleos temáticos:

- Caracterización de trabajos que hacen uso de *Smartphones* para la enseñanza de la física. Este núcleo temático fue definido con el fin de analizar qué tipos de trabajos se han realizado hasta el momento en el campo de la enseñanza de la física, y donde se hizo uso de los *Smartphones* como instrumentos de apoyo a las distintas actividades propuestas.

Los factores con sus respectivos indicadores se muestran a continuación en la Tabla 1.



Tabla 1: Factores e Indicadores del primer núcleo temático

Facultad de Educación	
Factores	Indicadores
Enfoque	Tipo de trabajo y/o investigación
Delimitación contextual	País
	Año
	Población
Asunto investigado	Campo Conceptual
	Temas trabajados
	Apps utilizadas
	Sensores utilizados

- Aplicaciones móviles como herramientas cognitivas.

En esta categoría es fundamental considerar los aspectos que propone Jonassen (1996) para evaluar herramientas cognitivas; se quiso analizar que las aplicaciones móviles cumplieran con dichos criterios, recordando que estos son:

- *Disponibilidad de las aplicaciones*
 - *Accesibilidad*
 - *Representación del conocimiento*
 - *Generalizable*
 - *Pensamiento crítico*
 - *Transferencia de lo aprendido*
 - *Formalismo simple y significativo*
 - *Aprendizaje fácil*
- Propuestas de enseñanza-aprendizaje en la física bajo la perspectiva del aprendizaje móvil.

Por último, para este núcleo se quería analizar que las propuestas de enseñanza-aprendizaje estuvieran bajo perspectivas del *M-learning*; para ello también fue necesario



- *Centrado en el alumno*
- *Centrado en el conocimiento*
- *Evaluación centrada*
- *Centrado en la comunidad*

Para las unidades de análisis se tomaron en consideración artículos de revistas, tesis y memorias de eventos principalmente de ámbitos como la enseñanza de las ciencias y de la física en particular; dichos documentos fueron analizados con base en los núcleos temáticos anteriormente definidos y en la Tabla 2 se muestran la cantidad de artículos encontrados en algunas de ellas. Se hizo necesaria la construcción de una ficha (Anexo 1) que resaltara todos los datos importantes y pertinentes para esta investigación.

Tabla 2: *Principales revistas que aportan a la investigación*

Principales revistas	Artículos
American Association of Physics Teachers	1
Latin-American Journal of Physics Education	3
European Journal of Physics Education	2
Computers & Education	2
Educación en Física: Revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay	2
Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias	1
Otros (tesis y memorias de eventos)	16
Total	27

Las revistas en las que se han encontrado las diferentes unidades de análisis han jugado un papel importante en el desarrollo de las ciencias mismas como la física, dando a conocer a



conocimiento (Gil, Carrascosa y Martínez, 1999). Por ello se consideró importante tenerlas como referente fundamental en esta investigación documental, dado que la búsqueda de unidades de análisis en estas revistas que han marcado un impacto significativo en el campo investigado.

4.2. Fases de la investigación documental

Hoyos (2000) plantea para este tipo de investigación cinco fases importantes en el proceso.

- Fase preparatoria: su finalidad es orientar a los investigadores, se plantean interrogantes de cómo habrá de realizarse el estudio, el objeto de la investigación y los núcleos temáticos que hacen parte del tema central.
- Fase descriptiva: aquí se tiene en cuenta el trabajo de campo que se realiza con el fin de dar a conocer los diferentes estudios que anteriormente se han realizado tanto en el tema central como en los subtemas.
- Fase interpretativa por núcleo temático: en esta fase se amplía el horizonte de estudio por unidad de análisis, proporcionando así datos nuevos para el desarrollo de los núcleos temáticos, permitiendo el avance descriptivo de hipótesis o afirmaciones que serán de utilidad para la siguiente fase.
- Fase de construcción teórica global: comprende la interpretación por núcleo temático, mirando los resultados del estudio tales como dificultades, limitaciones, vacíos, tendencias y logros obtenidos; y así poder presentar el estado actual de la investigación de forma global y abriendo puertas para futuras líneas de investigación.



Facultad de Educación

conferencias, seminarios, disertaciones u otras formas orales, o simplemente de forma

escrita en una publicación. Esta fase se hace sumamente importante, ya que pone en

circulación un nuevo conocimiento permitiendo una interlocución entre otros

investigadores.

En el marco de la investigación documental se hizo indispensable retomar a Piñuel (2002) en lo que se refiere al análisis de contenido, porque este procedimiento permite elaborar, registrar y tratar los datos más allá de un ámbito social y cognitivo recurriendo a la comunicación y a la producción de textos. Para este autor, “los textos remiten a un universo de prácticas sociales y cognitivas donde cualquier interacción comunicativa cobra unos límites particulares que son mediados y mediadores de aquellas prácticas a las que sirve” (p. 3). Piñuel al igual que Hoyos comparten la idea de analizar los textos desde la racionalidad hermenéutica permitiendo así la construcción de conocimiento.

Por último, atendiendo a la consistencia interna de la investigación documental se realizó el proceso de triangulación, entendiéndose este como

La acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación. Por ello, la triangulación de la información es un acto que se realiza una vez que ha concluido el trabajo de recopilación de la información. (Cisterna, 2005, p. 68)

La triangulación de los núcleos temáticos fue fundamental en esta investigación documental, y tuvo como finalidad la revisión y discusión reflexiva de la literatura seleccionada; por tanto, el llevar a cabo esta triangulación le dio a la investigación un carácter integrador y un

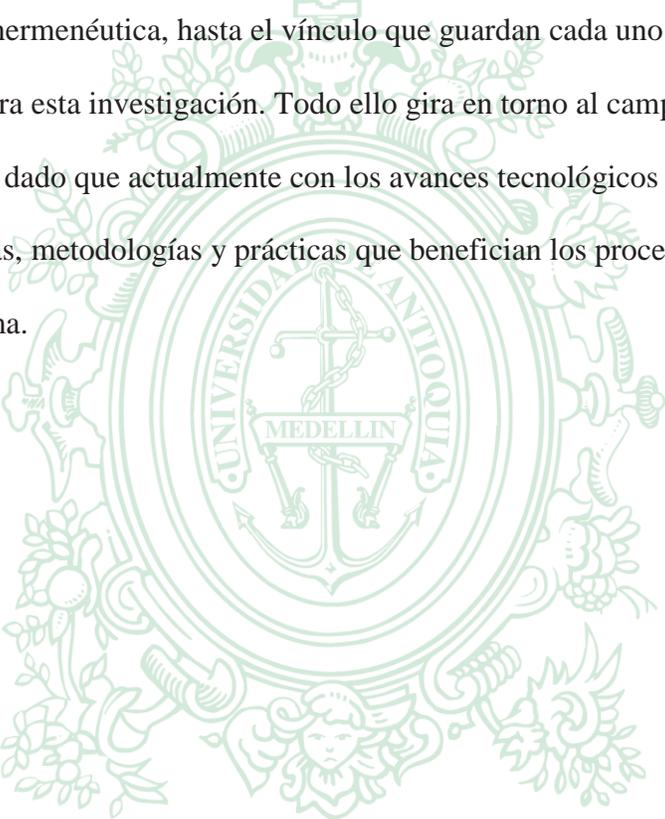


UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

sentido como totalidad significativa. Así mismo, la discusión reflexiva con los pares académicos

Facultad de Educación
favoreció la selección de información relevante y pertinente para la investigación.

En síntesis, todos elementos teóricos expuestos hasta el momento guardan entre ellos una estrecha relación, desde el análisis de contenido e interpretación de cada artículo que se apoya en una filosofía como la hermenéutica, hasta el vínculo que guardan cada uno de los núcleos temáticos definidos para esta investigación. Todo ello gira en torno al campo de interés, la enseñanza de la física, dado que actualmente con los avances tecnológicos se pueden reestructurar estrategias, metodologías y prácticas que benefician los procesos de enseñanza y aprendizaje de la misma.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

En este capítulo, en primer lugar se lleva a cabo el análisis y la interpretación por cada núcleo temático: Caracterización de trabajos que hacen uso de los *Smartphones* para la enseñanza de la física, aplicaciones móviles como herramientas cognitivas y propuestas de enseñanza-aprendizaje de la física bajo la perspectiva del aprendizaje móvil; dando pie después a realizar un análisis teórico global que dará cuenta de los vacíos, limitaciones y logros en esta investigación.

5.1. Análisis e interpretación por núcleo temático

Caracterización de trabajos que hacen uso de los Smartphones para la enseñanza de la física.

Este núcleo temático comprende los trabajos que se han realizado en el campo de la enseñanza de la física utilizando *Smartphones*, teniendo en cuenta algunos aspectos importantes como el enfoque, la delimitación contextual y el asunto investigado.

- El enfoque comprende el tipo de trabajo, que pueden ser reflexiones, investigaciones, propuestas, entre otros.
- La delimitación contextual se define por el país, el año y la población.
- El asunto investigado está determinado por el campo conceptual, el tema de estudio, los conceptos trabajados, las aplicaciones móviles utilizadas y los sensores implementados.

Teniendo en consideración los parámetros antes establecidos, de una totalidad de 27 artículos encontrados, 13 de ellos están enfocados especialmente a la enseñanza y aprendizaje de la física, y los restantes están enfocados en la ciencia a nivel general, en donde también se destaca el uso de los *Smartphones* en enseñanza y aprendizaje de las ciencias.



Facultad de Educación realizados en España (González y González 2016; Parra, 2017 y Salinas, Giménez, Monsoriu y Castro, 2018), uno en Argentina (Gil y Di Laccio, 2017), uno en Alemania (Kuhn y Vogt, 2012), uno en México (Orozco, Montoya, Félix y Mena, 2013) y el otro en Uruguay (Di Laccio, Ferrón, Gil, y Suárez, 2016). En la Tabla 3 se muestra las aplicaciones móviles utilizadas, los sensores utilizados y las temáticas trabajadas.

Tabla 3: *Trabajos de carácter instrumental*

Autores	Temáticas	Aplicaciones	Sensores
Gil y Di Laccio (2017)	Efecto Doppler Acústico, Caída libre	<i>Angle Meter</i>	Acelerómetro y Giroscopio
Parra (2017)	Conservación del momento lineal	<i>Sensor Mobile</i>	Acelerómetro, Giroscopio y GPS
González y González (2016)	El sonido y la transformada de Fourier	<i>AudiA</i>	Generador de tonos y sonidos
Salinas, Giménez, Monsoriu y Castro (2018)	Ley de Stevin		Barómetro
Kuhn y Vogt (2012)	Aceleración gravitacional		Acelerómetro
Orozco, Montoya, Félix y Mena (2013)	Caída libre y movimiento parabólico		Acelerómetro y Giroscopio
Di Laccio, Ferrón, Gil, y Suárez (2016)	Efecto Doppler	<i>FrequencyGenerator, AndroSensor y Smart Measure</i>	Acelerómetro, Giroscopio y generador de tonos

Se encontró que de los 13 artículos, tres son investigaciones (Ramos, 2012; Torres, Bañón y López, 2017; Giménez, 2017). Ramos (2012) realiza una investigación cualitativa en el año 2011 (Colombia) con estudiantes de primer semestre del curso de Física Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe; en su trabajo propone una



Facultad de Educación

de física, esto gracias a que un 98% de los estudiantes poseen un teléfono celular. No es posible identificar en esta unidad de análisis el nombre de la aplicación desarrollada; sin embargo, se trabajaron temas como vectores, magnitudes, leyes de Newton, cinemática, trabajo y energía. Torres *et al.*, (2017) llevaron a cabo una investigación cualitativa durante los años 2016-2017 con 65 estudiantes de 2° ESO, 43 de 3° de ESO, 18 de 4° de ESO y 20 de 2° de Bachillerato (España) en una institución de carácter público de bajo índice socioeconómico. Se abordó la temática de intensidad luminosa haciendo uso de la aplicación *Science Journal* y se utilizó como instrumento de medida el sensor de luz. Por último, en la tercera investigación hecha por Giménez (2017) se realizó un trabajo cualitativo que se compone por la recolección de algunas experiencias en donde se han utilizado algunos sensores que están en los *Smartphones* como instrumentos de medida, allí se destacó que el sensor más utilizado es el acelerómetro, el cual tuvo como soporte la aplicación *Physics Toolbox Accelerometer* desarrollando temáticas en el campo de la mecánica, como por ejemplo el lanzamiento de proyectiles.

Finalmente, de las 13 unidades de análisis, las tres restantes se comprenden entre una reflexión (Cantillo, Roura y Sánchez, 2012), un informe comunicativo (Hueté, da Silva, Skouri, González, Goudjami, Rochadel y González, 2015) y un estudio exploratorio (Suárez, Bustos, Figallo y Concari, 2016). En la unidad de análisis tipo reflexión hecho por Cantillo *et al.*, (2012) se proponen los dispositivos móviles con las Apps más apropiadas que sirven como apoyo de las prácticas experimentales en la física. Por otra parte, Hueté *et al.*, (2015) dan una información más detallada sobre el uso de la aplicación móvil *Sensor Mobile*, la cual fue diseñada por un grupo de docentes y permite el acceso simultáneo de los diferentes sensores que posee el celular, y estos a su vez son utilizados en los laboratorios. El estudio exploratorio hecho por Suárez *et al.*,



Facultad de Educación

de la física; sin embargo, en su análisis se encontró que no todas las aplicaciones cumplen con el rigor necesario para su uso; mientras que otras como *Sensor Emitter*, *Electro Dude* y *Electrónica Fácil*, son aplicaciones más elaboradas conceptualmente y benefician los procesos de enseñanza y aprendizaje en el campo de la física.

Aplicaciones móviles como herramientas cognitivas.

Para profundizar en este núcleo temático fue necesario tener en consideración los aspectos fundamentales que propone Jonassen (1996) para evaluar herramientas cognitivas; desde su perspectiva, estas deben cumplir con los siguientes criterios:

- *Disponibilidad de las aplicaciones*
- *Accesibilidad*
- *Representación del conocimiento*
- *Generalizable*
- *Pensamiento crítico*
- *Transferencia de lo aprendido*
- *Formalismo simple y significativo*
- *Aprendizaje fácil*

Lo que se pretendió buscar en este apartado es que, si bien Jonassen propuso en su época estos aspectos para evaluar aplicaciones basadas en computadoras, no se aleja mucho de las aplicaciones móviles que podemos encontrar actualmente para la enseñanza de la física. Muchas de esas aplicaciones servirían para solucionar ejercicios, calcular valores e incluso hacer representaciones gráficas sobre algunos fenómenos; pero el foco en este ítem es ver cuáles de esas aplicaciones favorecen un aprendizaje crítico y significativo en los estudiantes. Se



Facultad de Educación

propuestos para el desarrollo de esta categoría; encontrando en ellas reflexiones y críticas al uso de algunas Apps en los laboratorios de física.

Con respecto al primer criterio, *Disponibilidad de las aplicaciones*, se pretendía encontrar que las aplicaciones móviles estuviesen disponibles y pudieran apoyar otras necesidades como guardar archivos o llevar registros. Se encontró entonces que de las ocho unidades de análisis solo cinco propusieron Apps que cumplieran con este criterio, con la aplicación *Sensor Mobile* que trabaja varios sensores de los dispositivos móviles y temáticas como la conservación del momento lineal (Huete *et al.*, 2015; Parra, 2017); con las aplicaciones en el campo de la electricidad *Sensor Emitter*, *Electro Dude* (Suárez *et al.*, 2016); trabajando la mecánica y la acústica la aplicación *AudiA* (González y González 2016); y para abordar la temática del Efecto Doppler Acústico con ayuda de *AndroSensor* (Di Laccio *et al.*, 2016).

El segundo criterio corresponde a la *Accesibilidad*; analizándose aquí el dominio público de las aplicaciones, o su creación por consorcios educativos; considerando que si bien no todas son de carácter gratuito sí deben ser accesibles a costos bajos y razonables. En estos términos, de las ocho unidades siete cumplen con este criterio, pues la mayoría de aplicaciones móviles propuestas en las distintas prácticas experimentales eran de carácter gratuito y algunas de ellas desarrolladas por grupos de docentes. Las Apps son las siguientes: *Sensor Mobile* (Huete *et al.*, 2015; Parra, 2017); *Sensor Emitter*, *Electro Dude* y *Electrónica Fácil* (Suárez *et al.*, 2016); *AndroSensor*, *FrequencyGenerator* y *Smart Measure* (Di Laccio *et al.*, 2016); *Physics Toolbox Accelerometer* (Giménez, 2017); *Science Journal* (Torres *et al.*, 2017); *Angle Meter* (Gil y Di Laccio, 2017).



Facultad de Educación

que las aplicaciones que funcionan como herramientas cognitivas pueden servir para representar el conocimiento a partir de los saberes que los estudiantes ya tienen, cinco de las ocho unidades de análisis presentan aplicaciones que se acercan a este criterio, ellas son: *Sensor Mobile* es una App que sirve de apoyo a las distintas actividades del aula, pero estas deben ser propuestas desde lo que el estudiante ya conoce lo que quiere conocer y entender, de tal forma que el aprendizaje del estudiante pueda ir más allá del tiempo y del aula de clases (Huete *et al.*, 2015; Parra, 2017); cuando se desea integrar aplicaciones móviles como estrategia de enseñanza en el aula se propone llevar un proceso paulatino y progresivo para que las actividades planteadas beneficien el aprendizaje, con el uso de la App *Electrónica Fácil* se requiere que los temas relacionados con esta aplicación hayan sido desarrollados en clase y comprendidos por los estudiantes (Suárez *et al.*, 2016).

González y González (2016) consideran que el uso de *Smartphones* acompañados con aplicaciones móviles como *AudiA*, los cuales apoyan las prácticas experimentales le permite a los estudiantes potenciar los conocimientos que tienen y de paso relacionarlos con los nuevos saberes; por último Giménez (2017) propone la aplicación *Physics Toolbox Accelerometer* para ser utilizada en los laboratorios de física por un lado refuerza los conocimientos teóricos adquiridos en las clases de teoría; por otro, habituarse a las técnicas experimentales propias del laboratorio. De esta manera se pueden formar a los estudiantes en el método científico, y le es útil para interiorizar los conceptos fundamentales. Todas estas aplicaciones requieren de conocimientos previos de acuerdo al campo conceptual en el que serán utilizadas, lo que las hace interesantes es ver cómo esos conocimientos se pueden representar por estas herramientas tecnológicas.



Facultad de Educación

conocimiento en diferentes áreas o asignaturas; es decir, se pueden aplicar en ciencias puras como la física o la química y a su vez en ciencias aplicadas, como cursos de ingeniería. De acuerdo con lo dicho anteriormente, aquí ya se puede ver una disminución en la cantidad de aplicaciones que se han nombrado hasta el momento, pues son pocas las que se pueden utilizar en varias ciencias a la vez.

A continuación se describen las aplicaciones que cumplen con este criterio: *Sensor Mobile*, esta aplicación permite apoyar varias prácticas de laboratorio en el área de la física y la química; y puede ser utilizada en carreras de ingeniería informática (Huete *et al.*, 2015; Parra, 2017); *Sensor Emitter*, los valores que se ofrecen en esta aplicación se pueden utilizar de muchas maneras y en diferentes contextos. Incluso hay múltiples maneras de combinar los diferentes sensores de tal forma que puedan abrir nuevas posibilidades, el estudio de esta aplicación se llevó a cabo en la práctica profesional del programa de ingeniería industrial (Suárez *et al.*, 2016); *Science Journal* es una aplicación con contenidos de física y química para educación secundaria, considerándose como herramienta dinamizadora para el aprendizaje de ambas asignaturas (Torres *et al.*, 2017); *AndroSensor* es una App que hace uso de todos los sensores que se encuentran en el dispositivo móvil, se ha utilizado para trabajar el efecto Doppler acústico, entre otros fenómenos, se encuentra a disposición para ser utilizado en algunas tareas cotidianas que requieran de su uso (Di Laccio *et al.*, 2016); de las ocho unidades de análisis cinco hacen parte de este criterio, exponiendo en cada una de ellas las aplicaciones que cumplen con tal característica.

En lo que al *Pensamiento crítico* se refiere, esto implica que la manera de pensar de los estudiantes es mucho más significativa que el hecho de memorizar y parafrasear lo que el



Facultad de Educación

donde se han destacado algunas aplicaciones que cumplen con este criterio; son aplicaciones que en su mayoría están diseñadas por docentes y tienen como uno de sus objetivos generarle al estudiante la posibilidad de cuestionarse, ser crítico y reflexivo ante las situaciones propuestas, en donde se requiere de un análisis detallado de algunas prácticas experimentales. Las aplicaciones son las siguientes: *Sensor Emitter* y *Electro Dude*, estas son aplicaciones que se consideran como “recursos potencialmente apropiados para promover el aprendizaje significativo de los estudiantes y la construcción de conocimientos” (Suárez *et al.*, 2016, p. 12); *Sensor Mobile* es una aplicación específicamente diseñada con fines docentes, “cuidando escrupulosamente las informaciones que se dan, cómo se dan, con las explicaciones y ayudas pertinentes, límites de validez, unidades, magnitudes, representaciones gráficas, etc.” (Huete *et al.*, 2015, p. 58), que en definitiva aportan al aprendizaje de los estudiantes (Parra, 2017); y *AudiA* es una App que se encarga de registrar el sonido y calcular la transformada de Fourier del mismo, para determinar las frecuencias de vibración. Los datos allí adquiridos son analizados por los estudiantes con la ayuda del computador, permitiendo trabajar en su aprendizaje y comprensión de contenidos más complejos de la física (Gonzales y Gonzales 2016).

En cuanto al criterio de *Transferencia de lo aprendido*, se observa que el pensamiento crítico generado y desarrollado por los estudiantes facilite la reflexión en varios campos del conocimiento; un ejemplo de ello podría ser que los conocimientos y reflexiones que se obtuvieron en la clase de física se pueden transferir a la clase de sociales. Sin embargo, para la evaluación de este criterio, en las ocho unidades de análisis se hizo difícil evidenciar si alguna de las aplicaciones móviles utilizadas permitía una transferencia de conocimientos aprendidos en otros contextos.



Facultad de Educación

forma del pensamiento que pueden generar las aplicaciones móviles, esto se refiere a que el pensamiento puede ser simple pero significativo. De acuerdo con las características propias de las aplicaciones móviles aquí estudiadas, se tiene que de las ocho unidades, cuatro de ellas proponen Apps que pueden generar en los estudiantes dicho formalismo, las aplicaciones son las que se presentan a continuación: *Sensor Emitter* es una aplicación que permite promover el desarrollo de nuevas habilidades y competencias de los estudiantes partiendo desde razonamientos adquiridos en trabajos prácticos muy básicos, hasta llegar a experiencias más elaboradas donde la forma de pensar y razonar es más avanzada (Suárez *et al.*, 2016); *AudiA* es una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo *Android* que permite realizar medidas de acústica y explica diferentes fenómenos con el fin de ayudar al aprendizaje de esa parte de la física, a su vez fomenta a la comprensión de los conceptos teóricos para alcanzar un aprendizaje significativo desde las concepciones más básicas, además con el apoyo del Smartphone “permite que los alumnos observen y midan muchos fenómenos por ellos mismos, dando pie a que comprendan que pueden aprender física simplemente observando el mundo que les rodea” (Gonzales y Gonzales 2016, p. 33); y *Sensor Mobile* es una App utilizada en las prácticas de laboratorio y su diseño no solo le permite al estudiante que aprenda a medir, sino también que profundice en la comprensión de los diferentes fenómenos estudiados (Huete *et al.*, 2015; Parra, 2017).

El criterio de *Aprendizaje fácil* implica que el aprender a manejar la aplicación no debe tomar mucho tiempo, incluso Jonassen (1996) propone un límite de tiempo y este no puede exceder a dos horas; pues el *software* no puede ser tan difícil de manejar y el tiempo de su aprendizaje no puede ser mayor a los momentos de reflexión. En este aspecto de las ocho



unidades de análisis siete son favorables en este punto, lo que implica que la mayoría de

Facultad de Educación

aplicaciones escogidas para desarrollar algunas temáticas y experimentaciones en el área de la

física son de fácil aprendizaje. De hecho así lo mencionan algunos de los desarrolladores de

estas aplicaciones: “Se ha diseñado una App gráficamente sencilla, procurando que el tiempo de aprendizaje sea muy reducido para que pueda ser utilizada rápidamente” (Huete *et al.*, 2015, p.

60). Estas son: *Sensor Emitter*, *Electro Dude* y *Electrónica Fácil* (Suárez *et al.*, 2016); *AudiA*,

(Gonzales y Gonzales 2016); *AndroSensor*, *FrequencyGenerator* y *Smart Measure* (Di Laccio *et*

al., 2016); *Physics Toolbox Accelerometer* (Giménez, 2017); *Sensor Mobile* (Huete *et al.*, 2015;

Parra, 2017); *Angle Meter* (Gil y Di Laccio, 2017). En la aplicación *Science Journal* propuesta

por Torres *et al.*, (2017) no fue posible encontrar algún indicio que aportara a este criterio.

Después de analizar detalladamente cada uno de los criterios que Jonassen (1996) propone para evaluar las aplicaciones móviles como herramientas cognitivas, se puede decir que si bien no todas las aplicaciones cumplen con los principios establecidos, algunas de ellas se esfuerzan por llegar a generar un pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes, y no se encuentran de acuerdo con seguir reproduciendo un pensamiento vacío y memorístico en los alumnos, que en algunas ocasiones se puede evidenciar en la aulas. En la Figura 2 se recoge de forma sintetizada toda la información anteriormente descrita.



Aplicación	Criterios								
	Facultad de Educación	Disponibilidad de las aplicaciones	Accesibilidad	Representación del conocimiento	Generalizable	Pensamiento crítico	Transferencia de lo aprendido	Formalismo simple y significativo	Aprendizaje fácil
Angle Meter			X						X
AndroSensor	X	X			X				X
AudiA	X			X		X		X	X
Electro Dude	X	X				X			X
Electrónica Fácil			X	X					X
FrequencyGenerator			X						X
Science Journal			X		X				
Sensor Emitter	X	X			X		X	X	X
Smart Measure	X	X							X
Sensor Mobile	X	X		X	X		X	X	X
Physics Toolbox Accelerometer			X	X					X

Figura 6. Aplicaciones móviles que cumplen con algunos criterios propuestos por Jonassen (1996).

Propuestas de enseñanza-aprendizaje en la física bajo la perspectiva del aprendizaje móvil.

Es importante resaltar que para que el aprendizaje móvil sea efectivo, se deben tener en consideración cuatro principios que están sumergidos en un enfoque social-constructivista, en donde se considera el aprendizaje como un proceso activo para desarrollar el conocimiento y habilidades con el apoyo de toda una comunidad. Dicho esto, se busca que las propuestas de enseñanza y aprendizaje en el área de física que están bajo la perspectiva del aprendizaje móvil deben cumplir con las siguientes características.

- *Centrado en el alumno*
- *Centrado en el conocimiento*
- *Evaluación centrada*

Facultad de Educación

Para el estudio detallado de cada uno de los criterios definidos anteriormente se han seleccionado nueve unidades de análisis enfocadas en el área de la física y que están bajo la mirada del *M-learning*.

Con el fin de valorar la característica que toma por nombre *Centrado en el alumno*, se tienen en consideración las habilidades, conocimientos y actitudes que tienen los estudiantes; todo esto es tomado en cuenta a la hora de llevar a cabo la explicación de una temática o una práctica experimental. Se notó que las nueve unidades de análisis estiman las concepciones de los estudiantes y además, las actividades experimentales están centradas en los conocimientos nuevos que ellos puedan adquirir a través de dichas actividades. Estas unidades se describen detalladamente a continuación: de una forma clara, Aguilar, Chirino, Neri, Noguez y Robledo (2010) han deducido que cuando se implementan tecnologías móviles en los procesos de enseñanza y aprendizaje es indispensable realizar un diseño instruccional del curso, “en el que de forma innovadora se ofrezcan a los estudiantes recursos bien diseñados, con un enfoque de aprendizaje centrado en el estudiante, interactivos, fáciles de utilizar y que aprovechen las facilidades de las tecnologías digitales” (p. 3). Por otra parte, Cantillo *et al.*, (2012) hablan desde las posibilidades educativas que permiten los dispositivos móviles en los niveles escolares de primaria y secundaria, clasificándolas por competencias. La competencia físico-matemática hace referencia a la capacidad que tienen los alumnos para desarrollar habilidades como el razonamiento matemático, interpretación de la información, analizar e interactuar con el mundo físico. Permitiendo a futuro ampliar sus conocimientos desde la autocrítica y la reflexión.

También se observa que Ramos (2012) afirma que, una de las ventajas del *M-learning* es que tiene la capacidad de entregar servicios teniendo en cuenta las necesidades y habilidades de



Facultad de Educación

Orozco *et al.*, (2013), donde los alumnos tienen la posibilidad de enfrentarse a un problema experimental en el aula de clases con herramientas que son comunes y forman parte de su quehacer diario como lo es el *Smartphone* y no solo limitarse a solucionar ejercicios de los libros de texto; de esta forma construyen nuevas ideas o conceptos que tienen como soporte su conocimiento previo.

Adicionalmente, Romero y Quesada (2014) se fijan en esta característica desde una visión constructivista, donde los estudiantes aprenden significativamente cuando son capaces de encontrarle sentido al nuevo conocimiento al conectarlo con lo que ya saben, o integrarlo dentro de sus propios esquemas cognitivos. Por otra parte, Huete *et al.*, (2015) valoran que las distintas actividades propuestas en el aula

se sitúan en un mundo que el estudiante conoce y quiere entender, son auténticas y tienen sentido, captan las pasiones de los estudiantes y profesores aumentando su implicación y por lo tanto el aprendizaje irá más allá del tiempo y del aula (p. 57).

También Di Laccio *et al.*, (2016) buscaban que las distintas actividades experimentales produjeran en los estudiantes una movilización en sus pensamientos, de tal forma que los conllevaran a una reflexión sobre los experimentos realizados y tuvieran la posibilidad de analizar y tomar decisiones basadas en su experiencia. Esto le da una posición diferente al estudiante, “lo coloca en un lugar de protagonista y aprende a trabajar con relativa independencia y bajo una metodología científica” (p. 6), fomentando en ellos un espíritu crítico y reflexivo ante diferentes situaciones.

Al mismo tiempo, González y González (2016) manifiestan que la utilización de *Smartphones* como apoyo a las prácticas experimentales les permite a los alumnos fortalecer los



Facultad de Educación
experimentales. Torres *et al.*, (2017) en una actividad experimental realizada con 65 estudiantes de 2° ESO, 43 de 3° de ESO, 18 de 4° de ESO y 20 de 2° de Bachillerato, durante el curso escolar 2016/17, donde se utilizaron algunas aplicaciones móviles que poseen contenidos de física y química, encontraron que los estudiantes son más participativos en las distintas experiencias y el uso de las Apps les permitió modificar muchos de sus conocimientos y a su vez fortalecer otros ya adquiridos. Algunas de estas unidades se refieren en términos generales al área de física y otras proponen experiencias específicas en dicha área; pero en ambos casos se tiene un objetivo en común y es el de velar por el aprendizaje del estudiante.

Un ambiente de aprendizaje *Centrado en el conocimiento* implica que hay que darle relevancia a lo que se está enseñando o lo que se desea enseñar; además lo que se pretende en este caso es que los estudiantes al tener una participación activa en los procesos para adquirir el conocimiento puedan comprender y reflexionar sobre lo que se les está enseñando, y a partir de todo lo adquirido en las diferentes experiencias darle paso a los nuevos aprendizajes. Aquí se pudo encontrar que solo seis de las nueve unidades seleccionadas dejaron de forma clara lo pertinente que deben ser las temáticas y su debida planificación. En este sentido, Aguilar *et al.*, (2010) afirman que los recursos educativos móviles deben tener objetivos de aprendizaje bien determinados y que a su vez esté enmarcado dentro de los objetivos particulares de una asignatura; “el contenido del recurso móvil debe estar diseñado en términos de qué queremos que el alumno aprenda y cómo vamos a lograr que el alumno lo aprenda” (p. 2), a su vez tal dispositivo móvil debe ser ingenioso, retador y motivante para el estudiante.

Con mayor énfasis, Cantillo *et al.*, (2012) han manifestado la importancia de crear estrategias para seleccionar cuidadosamente los contenidos y temáticas que se quieren enseñar,



Facultad de Educación

deben ser presentados de forma apropiada en los dispositivos móviles para que el aprendizaje sea efectivo” (p. 7). Se pone en vista ahora a Ramos (2012), quien considera que el proceso de enseñanza de las ciencias básicas como la física genera algunos problemas a la hora de estudiar y asimilar la misma, como también problemas en la metodología de enseñanza que algunos docentes utilizan, por consiguiente, gracias al avance de las TIC en la educación se han creado nuevas oportunidades y alternativas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, viéndose el surgimiento de plataformas o portales educativos que permiten a la comunidad académica crear espacios para el intercambio de conocimiento y cultura.

Romero y Quesada (2014) se ubican desde el objetivo de la enseñanza de las ciencias; este más que sustituir las ideas espontáneas por las científicas, busca dotar al individuo de nuevos modelos explicativos para interpretar el mundo y ayudarlo a reconocer que el conocimiento científico es, en muchos casos, más apropiado que sus preconcepciones para describir o comprender determinados fenómenos; desde esa perspectiva “es fundamental tomar conciencia de que, aunque las aplicaciones tecnológicas ofrecen nuevas posibilidades y contextos, la mera utilización del recurso no garantiza la mejora del aprendizaje” (p. 103); de ahí la importancia de investigar sobre la aplicación a utilizar y sobre los contenidos específicos a desarrollar, de modo que se puedan diseñar y consolidar estrategias y secuencias pedagógicas óptimas, para promover y dirigir el aprendizaje a través de su utilización. Anteriormente se había mencionado que por parte de estos autores (Huete *et al.*, 2015) debe ser bastante relevante la información que se da y cómo se da, de tal manera que el conocimiento a compartir con los estudiantes sea tratado escrupulosamente, brindando las explicaciones y ayudas pertinentes. Por último, González y González (2016) afirman que “el interés de los jóvenes por las tecnologías



Facultad de Educación
las clases y para aumentar su interés y compromiso en su propio aprendizaje” (p. 33).

Cuando se habla de la *Evaluación centrada* como una característica de los ambientes de aprendizaje, esta apunta a evaluaciones formadoras que están diseñadas para poner en evidencia el progreso tanto de estudiantes como maestros, y no alimentan las ideas de tener que memorizar ejercicios o formulas, e incluso asignarle a cada estudiante una calificación que lo clasifica despectivamente entre sus mismos compañeros. Es importante destacar que de las nueve unidades de análisis solo se encuentran dos que se refieren a la evaluación, describiendo aquí cada una de ellas. En el trabajo realizado por Ramos (2012) se encontró que gracias al aumento de los dispositivos móviles se impone un desafío para su aprovechamiento en el marco de las TIC, todo esto con el fin de ampliar los servicios educativos digitales, haciendo énfasis en las actividades académicas virtuales que permitan la búsqueda de contenidos, la evaluación temática y el debate. Además, este autor considera que “es prioritario crear otros tipos de actividades como foros, glosarios, diversas modalidades de cuestionarios, descarga de videos, entre otros” (p. 101), facilitando centrarse en los ambientes de aprendizaje móvil y aprovechando todas las ventajas que estos espacios nos brindan.

Por otra parte, se encontraban Huete *et al.*, (2015), que al proponer una aplicación (*Sensor Mobile*) que tiene fines docentes buscaban romper con el aprendizaje memorístico de los estudiantes de 2° de bachillerato; además, “con estos dispositivos han permitido constatar cómo los estudiantes toman iniciativas muy interesantes, planteando experimentos diseñados por ellos mismos, en definitiva, tomando el control de su aprendizaje y adquiriendo una mayor confianza en sus capacidades” (p. 58). Ambos son artículos en los que se encuentra que es significativo hablar de una evaluación; una evaluación que está presente en todo el proceso de enseñanza y



Facultad de Educación

los estudiantes, y una evaluación que al mismo tiempo le da la oportunidad al maestro de

seguirse formando en estas nuevas tecnologías y en su aplicación a contenidos específicos.

La última característica importante es que un ambiente de aprendizaje *Centrado en la comunidad* alude a la creación de comunidades intelectuales conformadas por los mismos estudiantes, en donde se pueden apoyar recíprocamente en la solución de problemas, a la formulación de interrogantes y al desarrollo de nuevos conocimientos, entre otros. Los docentes por su parte, deben diseñar actividades que conlleven a los estudiantes a la formación de estos grupos, y en conjunto trabajar en pro para generar un aprendizaje significativo. Sin embargo, de las nueve unidades seleccionadas no fue posible evidenciar la creación de comunidades similares. Esto abre la nueva posibilidad de crear estas comunidades en las poblaciones actuales y futuras que desee apostarle a esta nueva estrategia de enseñanza y aprendizaje, el *M-learning*.

5.2. Análisis teórico global

Luego de haber realizado un análisis por cada núcleo temático se procede ahora a realizar un estudio global que recoge algunos vacíos, limitaciones, dificultades y logros para presentar el estado actual de esta investigación. Con respecto al primer núcleo temático, es posible ver que en los últimos años se ha tratado de implementar en las aulas de clase los dispositivos móviles para apoyar las diversas actividades experimentales en varias temáticas de la física, entre investigaciones, reflexiones, prácticas de laboratorio y trabajos informativos que dan visto bueno al implementar las herramientas tecnológicas en los ambientes de aprendizaje; tocando aspectos importantes como la motivación, la interacción, la conectividad, la ubicuidad y el aprendizaje colaborativo con enfoque constructivista.



Facultad de Educación

aplicaciones móviles que trabajan en conjunto con los diferentes sensores que poseen los *Smartphones*; estas pudieran comportarse como herramientas cognitivas y así apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje enfocados en la física. Todo esto con el fin de ir dejando atrás los enfoques tradicionalistas de la educación en ciencias y aprovechar las nuevas estrategias de aprendizaje como lo son los ambientes *M-learning*.

El autor que habla sobre las herramientas cognitivas (Jonassen, 1996) más conocidas como *mindtools*, las identifica como una propuesta que puede favorecer el aprendizaje significativo, crítico y reflexivo de los estudiantes que hacen uso de estas herramientas.

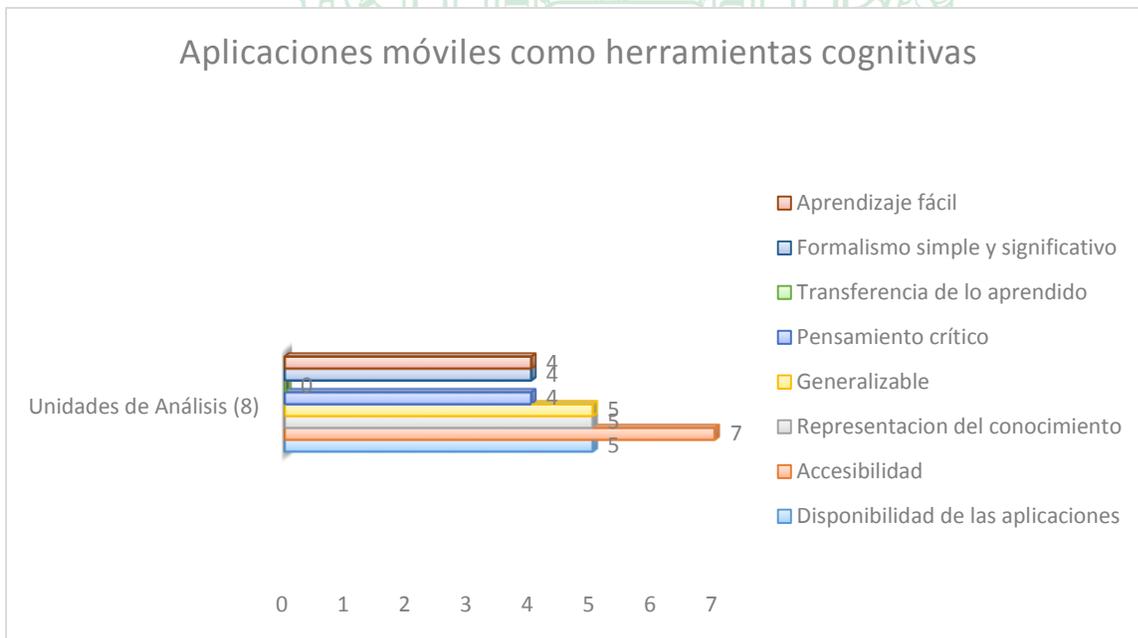


Figura 7. Unidades de análisis que contenían aplicaciones móviles que cumplen con los criterios propuestos por Jonassen (1996).

La Figura 3 puede interpretarse de la siguiente manera: Cuando se analizó en detalle cada una de esas aplicaciones que proponen muchos trabajos, se observa que no todas las Apps



Facultad de Educación

(1996) para evaluar *mindtools*. Podemos decir que en cuanto a los criterios como *Accesibilidad* y

el *Aprendizaje fácil* la mayoría de las aplicaciones tuvieron un punto favorable en esos aspectos,

las aplicaciones fueron las siguientes: *Sensor Mobile*, *Sensor Emitter*, *Electro Dude*, *Electrónica*

Fácil, *AndroSensor*, *FrequencyGenerator*, *Smart Measure*, *Physics Toolbox Accelerometer*,

Science Journal y *Angle Meter*. Son aplicaciones que de carácter gratuito y se encuentran

disponibles en las diferentes tiendas virtuales, esta *Play Store* para el sistema operativo *Android*

y *App Store* para el sistema *iOS*. Además, son aplicaciones de fácil manejo, que no necesitan de

mucho tiempo para saber cómo funcionan.

Al trabajar la característica que toma por nombre el *Pensamiento crítico* se encontraron

las siguientes aplicaciones *Sensor Emitter*, *Electro Dude*, *Sensor Mobile* y *AudiA*. Las dos

últimas nombradas fueron desarrolladas por docentes de la Universidad de Valladolid que se

preocuparon por que ambas Apps estuvieran diseñadas de forma rigurosa y a su vez, por los

conocimientos que los estudiantes puedan adquirir a través de su uso. Huete *et al* (2015) dejan

ver un poco esa preocupación por que las aplicaciones estén bien diseñadas

Actualmente en las tiendas de aplicaciones asociadas con los Sistemas Operativos (SO)

más comunes hay una importante variedad de apps que cumplen con este cometido. Sin

embargo en su casi totalidad no han sido desarrolladas específicamente para ser utilizadas

en contextos docentes por lo que a menudo adolecen de errores conceptuales importantes,

aunque esto no impide que los datos que presenten sean válidos y por lo tanto puedan ser

utilizados con fines docentes con las necesarias precauciones. La detección de algunos

problemas conceptuales con este tipo de aplicaciones impulsó la necesidad de desarrollar

aplicaciones específicas diseñadas desde un principio con fines docentes, cuidando



etc. (p. 58)

Si se analiza un poco el apartado anterior, todo ello guarda una estrecha relación con lo que propone en el National Research Council (1999) cuando se habla de los principios que deben cumplir los ambientes de aprendizaje; se observa en los dos primeros principios, un ambiente *Centrado en el alumno* que se destaca por tener en consideración los conocimientos, habilidades y actitudes de los estudiantes, y un ambiente *Centrado en el conocimiento* que se preocupa por darle relevancia a lo que se enseña, esto de alguna manera se manifiesta en la creación de las aplicaciones móviles, como lo es *Sensor Mobile*, que buscan ir más allá en términos educativos. Recordando que los ambientes de aprendizaje aquí pensados están bajo la perspectiva del aprendizaje móvil, y esto conduce a tener siempre en consideración los criterios que Jonassen (1996) propone para evaluar herramientas cognitivas; en este caso fueron las Apps, donde importó desde el contenido hasta el diseño metodológico y lo que puede producir en los estudiantes, un aprendizaje crítico, reflexivo y significativo.

Otro aspecto llamativo en este análisis es que cuando se estudió el criterio de *Transferencia de lo aprendido* implicaba que el pensamiento crítico que se pudiera generar y desarrollar en los estudiantes pudiera ser aplicado en otros campos del conocimiento que no necesariamente tienen que estar en una estrecha relación con la física. No fue posible en este caso poder evidenciar de forma clara esta transferencia con otros saberes. Esto conlleva entonces a reflexionar y cuestionar sobre cómo se está asumiendo la física, si se cree que es algo que no se puede complementar con otras ciencias o que por el contrario, puede ayudarse con otros saberes. Si bien se valora el esfuerzo que se hace por la creación de estas herramientas que



estas ideas diciendo que cuando todas las habilidades y conocimientos adquiridos se pueden

transferir a los distintos escenarios que tiene la sociedad va haber un avance en los procesos de

enseñanza de los distintos momentos de la vida diaria.

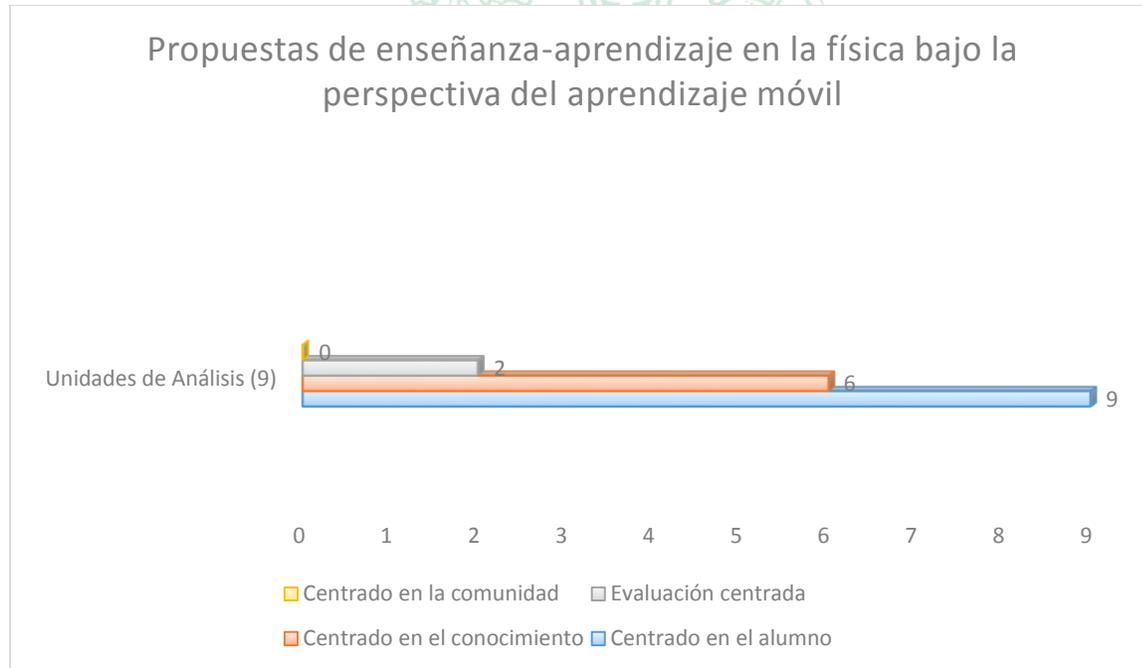


Figura 8. Unidades de análisis que cumplen con los criterios para los ambientes de aprendizaje móvil.

Si se tiene en cuenta la Figura 4 y volviendo a los principios propuestos en el National Research Council (1999) para los ambientes de aprendizaje móvil en este caso, según el análisis hecho en cada unidad de análisis seleccionada (Aguilar *et al.*, 2010; Cantillo *et al.*, 2012; Ramos 2012; Orozco *et al.*, 2013; Romero y Quesada, 2014; Di Laccio *et al.*, 2016; Gonzales y Gonzales, 2016; Torres *et al.*, 2017; y Parra, 2017) se encontró que todas están enfocadas en el aprendizaje significativo que puedan desarrollar los estudiante teniendo en cuenta sus concepciones previas y la interacción con las nuevas herramientas tecnológicas. Esto conllevaría



entonces a decir que el primer principio que está *Centrado en el alumno* tiene un punto a favor

Facultad de Educación

en cuanto a las unidades encontradas, pues bien lo menciona Jonassen (1996) y que más adelante concluye Graells (2013) diciendo que cuando las TIC se consideran instrumentos cognitivos los estudiantes son los protagonistas. Bajo las consideraciones anteriores podemos decir que los *Smartphones* como parte de esas herramientas tecnológicas apoyan las prácticas de laboratorio en el área de física, y más aún ayudan a fortalecer los conocimientos que los estudiantes han adquirido en momentos atrás, así como también contrastar y reflexionar entre esos saberes y los nuevos aprendizajes obtenidos mediante la experimentación.

Viene después el principio que es *Centrado en el conocimiento* con seis unidades de análisis en un aspecto favorable, implicando que la forma en que se enseña no debe ser un invento, sino que se requiere de una planificación y un diseño metodológico; Cruz y Espinosa (2011) y Vázquez (2014) proponen de hecho realizar objetivos claros y pertinentes a la hora de implementar las herramientas tecnológicas. La planificación siempre es importante antes de llevar a cabo cualquier práctica experimental que haga uso de las TIC; en el caso de utilizar aplicaciones móviles (Suárez *et al.*, 2016) manifiestan que

Es importante que el docente que sugiere o propone a sus estudiantes el uso de alguna App, conozca la misma, la haya utilizado y considere que el recurso es potencialmente apropiado para promover aprendizajes, evitando el empleo de recursos que refuerzan concepciones erróneas o ideas tergiversadas de lo que es el conocimiento disciplinar. Es necesario conocer todas las características del recurso que podrían promover o inhibir aprendizajes. (p. 12)

Ante todos estos aspectos positivos, también hay que hacer énfasis en lo que falta trabajar un poco. En las unidades estudiadas se encontró que solo dos unidades (Ramos, 2012 y Huete *et*



al., 2015), le apuntan a una *Evaluación centrada*, una evaluación que anteriormente se ha

Facultad de Educación

definido como formadora e incita al progreso tanto de estudiantes como de maestros. Para

Shuler, Winters y West (2013) la evaluación juega un papel fundamental en ambientes de

aprendizaje móvil, pues

Las tecnologías móviles posibilitarán además mayores grados de autoevaluación y reflexión a lo largo del proceso. Los alumnos podrán recoger datos que les ayuden a comprender y describir sus propias prácticas de aprendizaje. Esos datos podrán servir para compilar ‘carpetas de práctica’, que, en conjunción con formas más tradicionales de evaluación sumativa, ofrecerán a los estudiantes, los profesores y los investigadores una impresión más completa de los progresos del educando a lo largo del tiempo. (p. 21)

Dicho lo anterior, sería posible en investigaciones futuras darle más relevancia a este principio que aporta a la construcción de un aprendizaje efectivo, no solo que se aplique a ambientes como el aprendizaje móvil, sino también a los ya existentes.

Por último, el principio menos favorable fue el de un ambiente de aprendizaje *Centrado en la comunidad* con cero unidades de análisis enfocadas en la enseñanza de la física. Este propone crear comunidades intelectuales (maestros y estudiantes) que funcionan como apoyo al desarrollo de conocimientos nuevos, entre otros. Más que presentarse como una falencia puede verse como un logro a alcanzar, Area y Adell (2009) se refieren a este propósito como aprendizaje colaborativo; pues como los ambientes de aprendizaje móvil superan las limitaciones de espacio y de tiempo es posible conformar comunidades virtuales que generan un potencial interactivo entre todas las partes, que tienen un punto de encuentro y es el de poder pensar de forma crítica, reflexiva y significativa.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Ante todos los criterios estudiados en esta investigación cabe concluir que, se identifica

Facultad de Educación

en los diferentes trabajos el aporte que le hacen a la enseñanza de la física utilizando

herramientas tecnológicas como lo son los *Smartphones* y las aplicaciones móviles, y que de

paso potencializan esta nueva estrategia que es el aprendizaje móvil. Además, con los diferentes

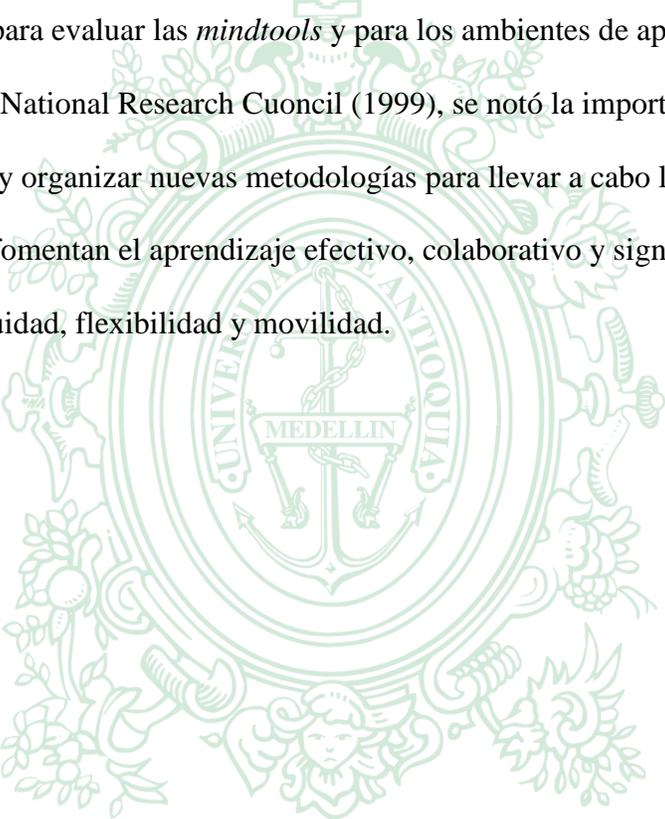
principios expuestos, para evaluar las *mindtools* y para los ambientes de aprendizaje, propuestos

por Jonassen (1996) y National Research Council (1999), se notó la importancia que estos tienen

a la hora de planificar y organizar nuevas metodologías para llevar a cabo las prácticas

experimentales y que fomentan el aprendizaje efectivo, colaborativo y significativo, la

interactividad, la ubicuidad, flexibilidad y movilidad.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Facultad de Educación

Con el fin de recoger los principales hallazgos en esta investigación y concluir este trabajo, se presentan a continuación algunas reflexiones, consideraciones y problemáticas que abren nuevas líneas para investigaciones futuras. Ante todo esto se hace indispensable el aporte de los autores que ayudaron con la construcción de este trabajo, y en especial Hoyos (2000), quien en su modelo propone plantear algunas perspectivas que guiarán a otros a futuro. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que:

- Con el propósito de mostrar un estado actual de la investigación, se halló que todavía se encuentra en avance la implementación de los *Smartphones* en las aulas de clase para la enseñanza de la física, la mayoría de trabajos encontrados fueron desarrollados en España, apoyados por instituciones de educación superior como la Universidad de Valladolid, más específicamente en carreras de ingeniería, donde se han desarrollado proyectos de innovación docente que buscan beneficiar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estos proyectos constan de la creación de materiales didácticos como lo son las aplicaciones móviles *Sensor Mobile* y *AudiA*, Apps que en principio han sido diseñadas rigurosamente con fines docentes para ser utilizadas en las diferentes practicas experimentales. Otros trabajos han sido reflexiones que se hacen con el fin de pensar en las metodologías y estrategias utilizadas cuando se desea usar los dispositivos móviles en el contexto educativo, aquí se ha planteado la importancia de una planificación y organización pedagógica, curricular, evaluativa y tecnológica, para poder garantizar un aprendizaje efectivo y significativo. Por último, los trabajos tipo investigación se enmarcan en un enfoque cualitativo, desarrollados en los niveles académicos de bachillerato y en carreras de ingeniería, se implementó el *Smartphone* junto con algunas



lanzamiento de proyectiles.

- Existe una gran cantidad de trabajos que hacen uso de los *Smartphones* en diferentes disciplinas, dentro de ellas la física está presente; sin embargo, cuando se quiso examinar las propuestas que han hecho hasta la actualidad de la enseñanza de la física bajo perspectivas del *M-learning* son pocos los trabajos que dejan ver con claridad todos los criterios propuestos para estos nuevos ambientes de aprendizaje. En las nueve unidades de análisis estudiadas la gran mayoría eran propuestas que estaban centradas en los alumnos, donde es importante tener en consideración sus habilidades y conocimientos a la hora de llevar a cabo cualquier actividad experimental, ello puede dar cuenta de que en estos nuevos espacios se busca que el estudiante sea el protagonista; luego se encontró también que en los trabajos estudiados se centraban en el conocimiento, esto se evidenciaba cuando se le da relevancia a lo que se está enseñando y el cómo se está enseñando, además buscaba también que el estudiante tuviera una participación activa en el proceso de aprendizaje, permitiéndole reflexionar y comprender sobre las diferentes experiencias y así adquirir nuevos aprendizajes. Todo ello implica la necesidad de diseñar bien las estrategias cuando se desea implementar los Smartphones y las aplicaciones móviles en los laboratorios de física u otra ciencia. Es importante resaltar en este punto que en cuanto al criterio que habla sobre una evaluación centrada, la cual busca que sea formadora y que evidencie el progreso tanto de las metodologías implementadas por los docentes como de la adquisición de conocimiento de los estudiantes, llama la atención que este criterio no se vea tan reflejado en los trabajos seleccionados. Como bien lo ha



Facultad de Educación

de aprendizaje, y con el fin de poder trabajar en este aspecto a futuro se han generado los

siguientes interrogantes: ¿Qué se está entendiendo por evaluación en estos nuevos

contextos educativos? ¿Cómo se puede mejorar o proponer una evaluación formadora y

significativa que alcance los objetivos estipulados en los ambientes de aprendizaje como

el *M-learning*?

- Se destaca en este trabajo el uso de herramientas TIC aplicadas en el área de la física, estas han dado la posibilidad de ver una transformación en los laboratorios y las prácticas experimentales. Con la incorporación de los *Smartphones* en los laboratorios se ha visto cómo los sensores que estos traen, con la ayuda de algunas aplicaciones móviles, se pueden tomar medidas y trabajar muchas temáticas de la física mecánica, luz y electromagnetismo, esto según las unidades de análisis encontradas, pues son los campos conceptuales más abordados; cabe resaltar que las aplicaciones móviles deben ser pertinentes para ser utilizadas y que estén encaminadas a cumplir el objetivo de un aprendizaje significativo en los estudiantes, además los dispositivos móviles en compañía con las Apps permiten en muchos casos reemplazar instrumentos más costosos en los laboratorios. Dicho lo anterior, es así como el aprendizaje móvil ha evolucionado hasta convertirse en una estrategia que modifica los modelos de educación tradicional, encargándose de superar cada vez más las limitaciones económicas, de tiempo y espacio.
- Otro punto importante es que el *M-learning* también está diseñado para la creación de comunidades intelectuales, y eso no pudo verse evidenciado en los trabajos analizados. Las tecnologías nos han permitido la creación de grupos y redes sociales en donde el tiempo y el espacio son limitaciones casi inexistentes; al igual que pensarnos la



Facultad de Educación

estrategia metodológicamente bien planificada y estructurada que beneficie y aporte a la creación de estas nuevas comunidades; por tanto la formación de estos espacios pueden conllevar a la reflexión, al conocimiento, la interacción y motivación entre todos los participantes.

- Es bastante significativo que muchas universidades, grupos de profesores y programas de ingeniería le estén apuntando a la creación de aplicaciones móviles desarrolladas rigurosamente para beneficiar el pensamiento crítico de los estudiantes, si bien todas estas aplicaciones no pueden cumplir a cabalidad con los criterios para que sean consideradas herramientas cognitivas según Jonassen (1996), se reconoce el esfuerzo que muchas organizaciones educativas le han puesto a este tema. Al mismo tiempo, esto puede convertirse en un llamado a los docentes actuales y maestros en formación a participar de la creación de Apps que por una parte refuercen los criterios en los que casi no se ha trabajado, como por ejemplo la transferencia de los conocimientos aprendidos en otras disciplinas, y por el otro que sigan avanzando y mejorando a medida que pasa el tiempo y las exigencias se vuelven más complejas.
- Esta investigación documental tuvo como uno de sus propósitos describir las características de diversos trabajos que hacen uso de *Smartphones* en las diferentes prácticas experimentales en el área de física, brinda una gran aporte a mi formación como futura docente, ya que en el ámbito educativo estamos llamados constantemente a desempeñar un papel como investigadores de nuestra propia práctica, con el fin de ir mejorando cada vez más las metodologías tradicionalistas que se han impartido en este campo del conocimiento, y de estar a la vanguardia en lo que a Tecnologías de



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Información y Comunicación para la enseñanza de la física, se refiere; con el propósito

Facultad de Educación

de establecer una mejor interacción con nuestros estudiantes, totalmente permeados por

estas tecnologías



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



- Aguilar, G., Chirino, V., Neri, L., Noguez, J., y Robledo, V. (2010). Impacto de los recursos móviles en el aprendizaje. *9ª Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática*, Orlando Florida, EE. UU.
- Angelo, R., Báez, M., Bañuls, G., Behrendt, A., García, J., Lugo, M., Tiramonti, G. (2013) Aportes para (re)pensar el vínculo entre Educación y TIC en la región. FLACSO Uruguay, Montevideo, Uruguay.
- Area, M. y Adell, J. (2009). ELearning: Enseñar y aprender en espacios virtuales. Tecnología Educativa. *La formación del profesorado en la era de Internet*. 391-424.
- Area, M., San Nicolás, M., y Fariña, E. (2010). Buenas prácticas de aulas virtuales en la docencia universitaria semipresencial. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(1).
- Bonilla, E y Rodríguez, P. (1997). Manejo de los datos cualitativos. Más allá del dilema de los métodos: La investigación en Ciencias Sociales. *Grupo Editorial Norma*. 134 – 146.
- Cantillo, V., Roura. R., y Sánchez. P. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La educación digital magazine*, 147. 1-21.
- Capuano, V. (2011). El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 2(2). 79-88.
- Chen, C., y Huang, T. (2012). Learning in a u-Museum: Developing a context-aware ubiquitous learning environment. *Computers & Education*, 59(3). 873-883.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1).



Conde, M. (2007). *MLearning, de camino hacia el ULearning* (tesis de maestría). Universidad de Salamanca, Salamanca, España.

Di Laccio, J., Ferrón, M., Gil, S., y Alonso Suárez, R. (2016). Efecto Doppler:¿ Cómo obtenemos evidencias de la existencia de este fenómeno. *I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Básicas*.

Duffy, T., y Jonassen, D. (1992). Constructivism and the technology of instruction: *Hillsdale, NJ: Erlbaum*, 55(8). 150-175.

Gil, D., Carrascosa, J., y Martínez, F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista educación y pedagogía*, 11 (25).

Gil, S., y Di Laccio, J. (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), 5

Giménez, M. (2017). *Aplicaciones de los sensores de los smartphones a la didáctica de la física experimental* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Graells, M. (2013). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. *3C TIC*, 2(1).

González, M., y González, M. (2016). El laboratorio en el bolsillo: Aprendiendo física con tu smartphone. *Revista de ciencias*, 6. 28-35.

Hiraldo, V. (2016). Pedagogía de la autonomía: Enseñar no es transferir conocimiento. México. Recuperado de <http://disenosocial.org/transferir-conocimiento>.



Huete, F., Esteban, D., da Silva, J. B., Skouri, M., González, M., Goudjami, D., y González, M.

A. (2015). *Sensor Mobile, aplicación Android multilingüe con fines docentes para el acceso a sensores de smartphones* (tesis de maestría). Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig, España.

Jonassen, D. (1996). Learning from, learning about, and learning with computing: a rationale for mindtools. *Computer in the classroom: mindtools for critical thinking*. Englewood Cliffs, New Jersey. 3-22.

Jonassen, D. (1996). Learning with technology: Using computers as cognitive tools. *The Association for Educational Communications and Technology*, New Jersey. 19-33.

Kuhn, J., y Vogt, P. (2013). Smartphones as experimental tools: Different methods to determine the gravitational acceleration in classroom physics by using everyday devices. *European Journal of Physics Education*, 4(1), 16-27.

López, M. (2014). *Utilización de sensores de bajo costo para el desarrollo de prácticas de laboratorio en tecnología: Análisis y evaluación del ruido mediante el uso de aplicaciones móviles* (Tesis de maestría), Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Valladolid, España.

López, V. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. Trabajo presentado en la 10ª edición del Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, N.º EXTRAORDINARIO. 691-697.



Meneses, W. (2017). ¿Profe, Puedo Sacar Una Foto? La Inevitable Omnipresencia De Los Celulares Y El Virtual Impacto En La Educación. *Educación Y Democracia: Desafíos Para La Transformación*. 53-81.

National Research Council. (1999). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.

Orozco, E., Montoya, J., Félix, V., y Mena, L. (2013). El m-Learning como soporte para la construcción de conocimiento en la enseñanza de las ciencias, tecnologías y aprendizaje. *Avances en iberoamérica*, 20. 72-107.

Parra, M. (2017). *Uso de los smartphones en los laboratorios de prácticas de física* (Tesis de pregrado), Universidad de Valladolid, Valladolid, España

Piñuel, J. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Sociolinguistic Studies*, 3 (1). 1-42.

Pontes, A. (2005). “Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la educación científica”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 2(1). 2-18; 330-343.

Ramos, T., (2012). Plataforma mlearning como apoyo a las actividades de enseñanza aprendizaje en la física mecánica. *Prospectiva*, 10. 94-101.

Roca, J. (2013). ¿Qué es un Smartphone? [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.informeticplus.com/que-es-un-smartphone>



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

Salomon, G., Perkins, D., y Globerson, T. (1991). Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational researcher*, 20(3), 2- 9.

Sharples, M., Taylor, J., y Vavoula, G. (2005). Hacia una teoría del aprendizaje móvil. En *Proceedings of mLearn*, 1(1). 1-9).

Shuler, C., Winters, N., y West, M. (2013). El futuro del aprendizaje móvil: implicaciones para la planificación y la formulación de políticas. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. 1-49.

Suárez, M., Bustos, F., Figallo, G., y Concari, S. (2016). Aplicaciones educativas para teléfonos móviles. *Historia y Comunicación Social*, 19 (Núm. Especial). 771-779.

Torres, Á., Bañón, D., y López, V. (2017). Empleo de smartphones y apps en la enseñanza de la física y química. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra). 671-678

Universidad Politécnica de Madrid. (2013). *Guía para la implantación del MOBILE LEARNING*.

Madrid:

GATE.

Recuperado

de

http://serviciosgate.upm.es/docs/asesoramiento/guia_implementacion_movil.pdf

Vavoula, G. (2005). D4.4: A Study of Mobile Learning Practices: Internal report of MOBIlearn project. *Patrick McAndrew, OU*. 1-20.

Vázquez, A. (2011). Plan-do-check-act en una experiencia tic en el aula: desde la idea a la evaluación. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (36). 162-173.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Vázquez, E. (2014). El reto de la formación docente para el uso de dispositivos digitales móviles

Facultad de Educación

en la Educación Superior. *Perspectiva Educacional, Formación de Profesores*, 54(1).

West, M. (2012). *Activando el aprendizaje móvil: Temas Globales*. Francia: UNESCO.

Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002164/216451s.pdf>



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



Facultad de Educación		
FICHA BIBLIOGRÁFICA		
IDENTIFICACIÓN DEL TEXTO		
Título:		
Autor (es):		
Año de publicación:		
Referencia APA:		
Palabras clave:		
IDENTIFICACIÓN DE LOS NÚCLEOS TEMÁTICOS		
1. Caracterización de trabajos que hacen uso de Smartphones para la enseñanza de la física		
Tipo de trabajo:	Tipo de investigación:	
País:	Año:	Población:
Campo conceptual:	Tema y conceptos:	
Aplicación utilizada:	Sensores utilizados:	
2. Aplicaciones móviles como herramientas cognitivas		



Disponibilidad de la aplicación	Accesibilidad Facultad Educación	Representación del conocimiento	Generalizable
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pensamiento crítico	Transferencia de lo aprendido	Formalismo simple y significativo	Aprendizaje fácil
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Propuestas de la enseñanza y aprendizaje de la física bajo la perspectiva del aprendizaje móvil			
Centrado en el alumno	Centrado en el conocimiento	Evaluación centrada	Centrado en la comunidad
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:			