



Uso de Sensores en la Enseñanza de los Fluidos, desde un Aprendizaje Basado en Proyectos en Contextos Rurales

Frank Alexander Parra, Sonia Yaneth López Ríos
Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, calle 67 #
53-108, Medellín Colombia.

ARTICLE INFO

Received: Agosto 15, 2019
Accepted: September 20, 2019
Available on-line: Junio 6, 2020

Keywords:

Sensores.
Aprendizaje Basado en Problemas.
Aprendizaje Significativo Crítico.

E-mail addresses:

Frankparra05@yahoo.es
sonia.lopez@udea.edu.co

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

Education in rural contexts in Colombia has been affected by socio-economic and cultural conditions that generate an imbalance with respect to urban areas, presenting little intervention and monitoring to these institutions, by the state. As a consequence, the inequality that opens the gap between rural and urban education, in terms of the possibilities of access to technological resources, becomes manifest. In this way, technology in rural areas should be considered as the tool that seeks to counteract the isolation suffered by many educational institutions, to contribute to the reduction of the imbalance in education in these areas. From this need, we propose a research proposal based on the theory of critical meaningful learning, implemented with students of the tenth grade of a rural institution, with a methodology of project-based learning, addressing the issue of fluids, and supported by the use of Data Acquisition Systems (DAS) available on mobile devices. The results in the review of the literature show the potential of the use of DAS, by allowing the development of intellectual abilities, values and skills that promote motivation for learning. Among the most significant findings, the participation of students in the design of the experimental set-up, having measurements in a shorter time, negotiating meanings with their classmates and involving them in interdisciplinary projects is highlighted.

La educación en contextos rurales en Colombia se ha visto afectada por condiciones socio económicas y culturales que generan un desequilibrio con respecto a las zonas urbanas, presentando escasa intervención y seguimiento a estas instituciones, por parte del estado. Como consecuencia, se hace manifiesta la inequidad que abre la brecha entre la educación rural y la urbana, en cuanto a las posibilidades de acceso a recursos tecnológicos. De este modo, la tecnología en las zonas rurales debe considerarse como la herramienta que busca contrarrestar el aislamiento que sufren muchas instituciones educativas, para contribuir a la disminución del desequilibrio en la educación en estas zonas. Desde esta necesidad, se plantea una propuesta de investigación fundamentada en la teoría del aprendizaje significativo crítico, implementada con estudiantes del grado décimo de una institución rural, con una metodología de aprendizaje basada en proyectos, abordando el tema de fluidos, y apoyada en el uso de Sistemas de Adquisición de Datos (SAD) disponibles en dispositivos móviles. Los resultados en la revisión de la literatura dan cuenta de las potencialidades del uso de SAD, al permitir el desarrollo de capacidades intelectuales, valores y habilidades que promueven la motivación por el aprendizaje. Entre los hallazgos más significativos, se destaca la participación de los estudiantes en el diseño del montaje experimental, tener mediciones en un tiempo más reducido, negociar significados con sus compañeros e involucrarlos en proyectos interdisciplinarios.

I. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta las limitaciones que se presentan en la educación tradicional, han surgido diferentes investigaciones que presentan las potencialidades de las estrategias activas de enseñanza en la escuela, promoviendo

dinámicas de trabajo en las que el estudiante toma el rol principal en la construcción de su propio aprendizaje. Estas estrategias privilegian el aprendizaje significativo, por encima del aprendizaje memorístico y acrítico en el cual se queda relegada la enseñanza tradicional. El presente trabajo parte de la idea de Moreira (2012), al considerar que el aprendizaje, además de ser significativo, debe ser crítico, de tal manera que los estudiantes comprendan los conceptos de la física desde un ambiente natural, dándole relevancia social a lo que aprenden. Para lograr este objetivo, es necesaria la incorporación de herramientas tecnológicas que potencien el aprendizaje, de tal manera que se deje de privilegiar el aula de clase como único escenario en la enseñanza de la ciencia y se pase a trabajar con los estudiantes en los contextos donde ellos se desenvuelven. Uno de los dispositivos tecnológicos que ha venido tomando fuerza en la enseñanza de la física es el *Smartphone*, ya que cuenta con variedad de aplicaciones educativas, tales como simulaciones, edición de video, GPS, sensores y sistemas de adquisición de datos, entre otros.

El modelo de trabajo con estrategias de enseñanza activas, asistido por las Tecnologías de la información y la Comunicación (TIC), es propicio para trabajar en las escuelas rurales, donde se nota un desnivel en la calidad de la educación, con respecto a las zonas urbanas.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El presente trabajo se fundamenta en los aportes teóricos del aprendizaje significativo crítico de Marco Antonio Moreira (2012), teoría que ha sido influenciada desde diferentes autores, tales como Ausubel y Novak, con el aprendizaje significativo; Neil Postman y Charles Weingartner, con la idea de la enseñanza subversiva; Paulo Freire, con la pedagogía de la autonomía y Don Finkel con su libro “Dar clases con la boca cerrada”. Esta teoría se enlaza con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y los aportes del m-learning en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los conceptos físicos.

II.1 Aprendizaje Significativo Crítico

Aprendizaje significativo crítico es aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella (Moreira, 2012, p.18). Esta perspectiva permite incorporar al sujeto en las problemáticas sociales, pero al mismo tiempo tomar distancia cuando la realidad no se capta por parte del grupo.

En Moreira (2005), se establecen algunos principios facilitadores de aprendizaje significativo crítico, de los cuales, para efectos del presente artículo se resaltan los siguientes:

El principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas. Moreira afirma que para que se concrete un episodio de enseñanza, es necesario que el profesor y el alumno compartan significados en relación con los materiales educativos, pero mediados por el intercambio de preguntas en lugar de respuestas, ya que en una educación donde se den las respuestas, no se fomenta el espíritu crítico, sino un aprendizaje mecánico. Por lo tanto, cuando un alumno formula una pregunta relevante, apropiada y sustantiva, está utilizando su conocimiento previo de forma no arbitraria y no literal. Cuando aprende a formular ese tipo de cuestiones sistemáticamente, eso es la evidencia de aprendizaje significativo crítico (Moreira, 2005, p.89).

Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos. La diversidad de materiales cuidadosamente seleccionados, en vez de la centralización en el libro de texto, es también un principio facilitador del aprendizaje significativo crítico.

Principio del aprendiz como receptor/representador. Aquí la palabra receptor no la toma Moreira en el sentido pasivo del alumno, sino como “un proceso dinámico de interacción, diferenciación e integración entre los conocimientos nuevos y los preexistentes (Moreira, 2005, p.90), para representar al mundo.

Principio del conocimiento como lenguaje. Para Moreira, aprender de manera significativa es aprender el lenguaje de lo que se pretende enseñar; “aprenderla de manera crítica es percibir ese nuevo lenguaje como una forma de percibir el mundo” (Moreira, 2005, p.92). El aprendizaje de un nuevo lenguaje tiene que ver con el principio de la interacción social, ya que es un intercambio de significados.

Principio de la conciencia semántica. Se resalta la importancia del conocimiento previo para darle significado a las palabras y la adquisición de nuevos significados; además se aclara que las palabras representan cosas o estados de cosas, pero que no son las cosas mismas.

Principio del aprendizaje por el error. El hombre aprende corrigiendo sus errores; sin embargo, no hay nada de errado en errar, lo que es un error, es pensar en la certeza de las cosas.

Principio del desaprendizaje. Como se ha dicho, en el proceso para adquirir un aprendizaje significativo crítico, el nuevo conocimiento interactúa con el conocimiento previo. Por medio de esta interacción es como se transforman los contenidos lógicos de los materiales en significado lógico para el aprendiz. Es por esto que, para aprender de manera significativa, es importante que percibamos la relación entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento; sin embargo, cuando el conocimiento previo se vuelve una barrera para asimilar el nuevo conocimiento, es necesario desaprender. Desaprender en este sentido, significa no usar el conocimiento previo (subsumidor). Un aspecto importante sobre este principio está relacionado con el hecho de poder sobrevivir en una sociedad que se encuentra en constante cambio, por lo que la supervivencia depende de la capacidad de identificar cuáles de las viejas estrategias y conceptos son relevantes para las demandas impuestas por los nuevos retos. “Desaprender conceptos y estrategias irrelevantes pasa a ser condición previa para el aprendizaje” (Postman y Weingartner, 1969, p. 208).

II.2 El Aprendizaje Móvil (m-learning) como Herramienta para la Construcción del Conocimiento

Desde la llegada del internet, la evolución y los avances constantes en la tecnología han hecho que los modos de ver, pensar y decir en las diferentes esferas de la sociedad, sean replanteados continuamente, alejando el término de certeza. Tal es el caso de la educación en la cual se debe disponer de una gran variedad de recursos y estrategias, propiciando ambientes de aprendizaje, mediados por la tecnología, en los que se presente diversidad de recursos que propicien el aprendizaje. Es por eso que se habla de ambientes *e-learning*, definido como un espacio en el que se desarrollan procesos de enseñanza, para favorecer el aprendizaje, a través la conexión a internet, orientado a adquirir competencias por parte del estudiante (Aparicio, Aguirre y Callejas, 2012). Se caracteriza por el uso de tecnología Web, la interacción en red con estudiantes y tutores, y unos mecanismos de evaluación (López y otros, 2010).

Desde el *e-learning* surge el *m-learning*, como una posibilidad de evolución en el uso de herramientas, prometiéndole nuevas posibilidades, integrando nuevas tecnologías y calidad en la educación. El aprendizaje móvil (*m-learning*), es definido como “la capacidad de usar tecnología móvil para lograr una experiencia de aprendizaje en el alumno” (López y otros, 2010, p.4). El aprendizaje móvil se refiere al uso de dispositivos móviles, tales como computadores portátiles, tabletas digitales, MP3 y Smartphone, en actividades de aprendizaje en cualquier momento y

en cualquier lugar, donde se pueden compartir audios, videos, imágenes, archivos y almacenar datos que faciliten los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Para Joo-Nagata, Martínez, García y García (2017), se pueden encontrar posibles explicaciones del porqué se puede considerar los recursos digitales como herramientas cognitivas para mejorar los procesos de aprendizaje, puesto que las personas aprenden mejor con el uso de recursos combinados y organizados dentro de un entorno de aprendizaje, que con las meras palabras del discurso en clase. Además, por su carácter novedoso, resultan más atractivas, desarrollando la motivación al aprendizaje.

El uso de sensores en dispositivos móviles y los sistemas de adquisición de datos.

Entre los recursos disponibles en los dispositivos móviles se encuentran los sensores y el uso de sistemas de adquisición de datos, los cuales han sido muy utilizados en actividades de laboratorio para la comprensión de conceptos de la física. La principal ventaja del uso de sensores y los sistemas de adquisición de datos en la educación es el de librar al estudiante del arduo trabajo de la recolección de datos, mediante el proceso de toma de medidas y el cálculo de variables en ecuaciones matemáticas, dejándolo libre para que se concentre en la comprensión de los conceptos físicos (Pontes, 2005, citado por Cardona y López, 2017).

La idea del uso de sensores en los dispositivos móviles es el de aprovechar el factor de movilidad y ubicuidad para que el aprendizaje se pueda dar en escenarios reales, trascendiendo las paredes de los laboratorios y los salones de clase, promoviendo el trabajo colaborativo, tomando una postura crítica y participativa (Borba et al., 2017), al participar en la construcción de formas de representación y expresión.

Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

Según Irure (2015), la aplicación del ABP en la escuela rural, permite evolucionar a modelos de escuela más constructivistas, involucrando a los estudiantes en proyectos complejos y significativos, los cuales pueden desarrollar las capacidades, habilidades, actitudes y valores, que los motiven a orientar su propio aprendizaje. El ABP se basa en la resolución de conflictos o retos externos al aprendizaje y ubicados en contextos relevantes para el alumno (Llorente et al., 2017). Otra importante característica del ABP es el trabajo grupal, orientado a la solución del problema planteado. Dentro del grupo se designan roles y responsabilidades, generando una relación de interdependencia y desarrollando las relaciones interpersonales. No se trata de designar tareas donde “cada uno hace lo suyo” y los demás ignoran los temas que no les corresponden, sino que los roles deben ser rotativos para que todo el grupo tenga conocimiento de los diferentes temas de conocimiento que servirán de base para la solución al problema planteado.

El problema puede partir desde los mismos estudiantes o bien puede ser propuesto por el docente, quien no necesariamente debe ser un experto, pero al menos debe tener conocimientos parciales de los temas a tratarse, ya que su función principal es la de orientar el proceso de investigación por parte de los estudiantes, a la vez que los va estimulando para la exploración de estrategias de solución.

En cuanto al problema de investigación, Baidal, Bustamante y Arguello (2017) describen las siguientes características:

- El problema debe estar diseñado de manera que despierte interés y motivación.
- Los problemas deben estar relacionados con alguno de los objetivos de aprendizaje.
- El problema debe permitir la toma de decisiones basadas en hechos.
- Los juicios emitidos deben ser justificados.
- El problema debe posibilitar al estudiante se planteen preguntas abiertas, relacionadas a un aprendizaje previo y ser un tema controversial.
- Debe motivar a realizar búsquedas de información de manera independiente.

Aprendizaje Basado en Proyectos asistido por TIC.

En la actualidad, el ABP no sólo se ha utilizado en el aprendizaje de contenidos, sino también para mejorar en las competencias del uso de las TIC (José, Heydrich, Rojas y Hernández, 2010). Dentro de las ventajas que se encuentran en la implementación del ABP asistido por TIC, se destacan el desarrollo de competencias y habilidades de investigación, el incremento de la capacidad de análisis y síntesis, el fomento de la motivación y el compromiso por la realización de las tareas. Se destaca la importancia de las TIC en relación con el apoyo al docente en la tarea de diseño, implementación y seguimiento de las actividades; en la interacción del docente y los estudiantes; la interacción entre los mismos estudiantes y la interacción entre estos y el conocimiento.

II. METODOLOGÍA

A continuación, se hace una descripción del paradigma metodológico, tipo de investigación, enfoque y técnicas a utilizar; así como una descripción del contexto en el que se implementará el proyecto de investigación.

II.1 Descripción del Contexto

El estudio se realiza con 22 estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Benjamín Correa Álvarez, ubicado en el corregimiento de la Albania, del Municipio de Titiribí, Antioquia. La institución es de carácter oficial, atiende población mixta de estratos socioeconómicos 0, 1 y 2. De los 22 estudiantes se eligen 6 de ellos como casos relevantes para la presente investigación. Los casos se eligieron teniendo en cuenta que tuvieran un buen rendimiento académico y capacidad de liderazgo, ya que estos estudiantes son los encargados de liderar los diferentes grupos de trabajo.

II.2 Metodología de Investigación

La metodología de trabajo se aborda bajo un paradigma cualitativo, dado que para analizar los significados que las personas construyen sobre la realidad que les rodea, es necesario comprender la forma en la que los individuos interaccionan entre sí, en un contexto determinado; hacer de cada caso una situación individual y significativo en el contexto de la teoría, reconociendo similitud entre características con otros casos (Vasilachis, 2006).

De esta manera, la investigación tiene un carácter interpretativo, puesto que el propósito del trabajo está orientado a la interpretación de los fenómenos educativos y sociales, bajo las perspectivas de los actores involucrados. Por lo tanto, el interés se centra en las caracterizaciones de casos particulares, en contextos específicos y no en la generalización.

En este sentido, y de acuerdo con el marco teórico, para poder analizar los significados que los estudiantes otorgan al tema de dinámica de fluidos, es importante abordar el análisis de estos significados desde un enfoque histórico-hermenéutico, ya que cobra importancia la dimensión del significado y el sentido, cuando el investigador realiza una reconstrucción histórica del fenómeno social que ha sido propicio para la indagación. Esa reconstrucción histórica debe tener en cuenta el histórico permanente de las distintas interpretaciones que han abordado el fenómeno en cuestión (J. Herrera, 2010). De igual manera, dentro de la teoría de aprendizaje significativo crítico, es importante tener en cuenta los significados que las personas atribuyen a los eventos y objetos en sus interacciones, y la forma como estos significados evolucionan y toman formas más consistentes, acercándose a los conocimientos aceptados por la comunidad científica.

Por lo anterior, se ha optado por analizar la evolución de los significados en la dinámica de fluidos, por medio del estudio de casos, ya que es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias concretas (Stake, 2010). En particular, se ha elegido el método de casos instrumental, puesto que lo que se pretende es elegir unos casos particulares, con el fin de analizar cómo evolucionan los significados en los estudiantes sobre los conceptos de la dinámica de fluidos, mediante la diversidad de estrategias que incluyen el uso de sensores y sistemas de adquisición de datos. Este análisis se realiza tomando cada caso de manera individual, indagando sobre los significados iniciales, y cómo estos evolucionan mediante la intervención, para luego contrastarlos con los resultados en los demás casos.

Las técnicas de recolección de la información a utilizar son la observación, los diarios de campo, entrevistas semiestructuradas y cuestionarios que indaguen sobre los significados sobre la dinámica de los fluidos y su evolución durante la intervención.

La importancia de la observación, incluso en la fase preliminar de ésta, radica en que el investigador busca ubicarse dentro de la realidad sociocultural que pretende estudiar (Sandoval, C, 1996), es por esto que, además de utilizar la observación no participante, para ubicar a los investigadores en el contexto social, se utilizará la observación participante durante el proceso de implementación de la propuesta didáctica con el fin de describir y analizar los acontecimientos rutinarios sobre problemas de aprendizaje, actitudes frente a la ciencia, interacciones y reacciones usuales entre los sujetos involucrados en el proceso de investigación.

La observación descrita anteriormente, se apoya en el diario de campo para registrar las impresiones recibidas. Allí quedan plasmados no sólo los procesos reflexivos, de interpretación, análisis o síntesis, sino también los relativos a la composición, la argumentación, la capacidad de contextualizar, de diferenciar aquello que se sabe, de lo que aún está por aprehenderse y, sobre todo, los estados emotivos. Para Martín y Porlán (1999) el diario de campo es una guía que favorece la toma de conciencia del profesor sobre la evolución de sus concepciones, a partir de sus modelos de referencia.

Sin embargo, se debe tener en cuenta el no caer en el error de homogenizar y tener apreciaciones preconcebidas que puedan desorientar los objetivos de la investigación y la verdadera naturaleza de los acontecimientos presentes en cada una de las intervenciones. Siguiendo a Porlán y Martín, es necesario contrastar las apreciaciones de los estudiantes, ya que muchas veces nuestras expectativas no coinciden con las expectativas de ellos; es por esto que las estudiantes participantes en la investigación llevarán el registro de las actividades de clase y sus impresiones en un diario de campo. Este instrumento es de mucha ayuda para analizar la aceptación de las actividades y las dificultades que se presenten en la comprensión de los conceptos o en el funcionamiento de los dispositivos tecnológicos.

La entrevista es un instrumento de recolección de información muy utilizado en investigación cualitativa, donde el investigador debe comprender el lenguaje de los participantes y apropiarse del significado que estos le dan al ambiente en el que se desarrollan. Dentro de cualquier tipo de entrevistas se manejan varios tipos de preguntas: preguntas generales, preguntas para ejemplificar, preguntas de estructura o estructurales y preguntas de contraste. En este trabajo de investigación se realizaron entrevistas semiestructuradas, con preguntas generales donde se indaga por planteamientos globales, para luego particularizar en un aspecto en el que se quiere que los estudiantes centren su atención.

II.2 Metodología de intervención

Para dar respuesta a las necesidades y características de los estudiantes en el contexto rural, se ha optado por trabajar con una metodología de Aprendizaje Basada en Proyectos (ABP), para confrontar los procesos de enseñanza con el deseo de saber, por parte de los estudiantes. En la tabla I se describe la manera como se abordan los principios del aprendizaje significativo crítico, mediante el ABP.

TABLA I. Compatibilidad de los principios del Aprendizaje Significativo Crítico con el ABP.

<i>Principio</i>	<i>Actividad en ABP</i>
Del desaprendizaje	La propuesta inicia con una actividad introductoria para identificar los saberes previos (subsumidores) sobre fluidos, para poder anclarlos a los nuevos conocimientos. De igual manera, con el ABP se pretende desaprender el modo de ver la ciencia, como un conjunto de leyes y conceptos estáticos y sin sentido, para verlos como una construcción dinámica y relacionados con el contexto de los estudiantes
Diversidad de materiales educativos.	Con el uso de sensores y sistemas de adquisición de datos, además de materiales audiovisuales y software de programación.
Interacción social y el cuestionamiento.	La enseñanza y el aprendizaje de los fluidos se dará lugar mediante la generación de preguntas. El profesor establecerá interrogantes sobre el problema, a la vez que los estudiantes tratarán de resolverlo, planteándose nuevas preguntas que los induzcan a encontrar las posibles vías de solución. Se conforman equipos de trabajo para que tenga lugar la interacción social, de tal manera que entre el profesor y el estudiante compartan significados.
El aprendiz como representador y la conciencia semántica.	Al poner al estudiante como actor principal en la construcción de su propio conocimiento, mediante

	el ABP, posibilita que este adquiera un aprendizaje significativo. Esto conlleva a que haya una interacción dinámica entre las representaciones que el estudiante posee y el nuevo conocimiento que él irá descubriendo en su proceso de indagación para resolver la situación problema.
Conocimiento como lenguaje	Además del lenguaje físico para comprender el tema de fluidos, los estudiantes deben aprender el lenguaje de programación para controlar los sensores desde el dispositivo arduino, para facilitar la toma de datos y favorecer el análisis de estos.
Aprendizaje por el error	Mediante las discusiones en clase y las asesorías con el profesor, cada estudiante puede reflexionar sobre sus aciertos y desaciertos, buscando diferentes alternativas de solución al problema planteado.

II.2 Etapas de desarrollo de la intervención

La intervención se realiza en 4 etapas: la etapa inicial de indagación sobre los significados iniciales, en la cual se aplica un formulario con preguntas sobre los conceptos que involucra la dinámica de fluidos. La segunda etapa consiste en presentar el proyecto que los estudiantes deben resolver; en este punto se conforman los equipos de trabajo y los roles de cada estudiante. En esta misma fase se promueve la formulación de preguntas sobre la dinámica de fluidos, pero enfocadas a resolver la situación problema. En la tercera etapa se hace el seguimiento del trabajo en cada uno de los equipos, los cuales trabajan de manera autónoma, estableciendo los objetivos parciales, cronograma, plazos y recursos necesarios. En esta etapa se presentan los avances parciales, donde cada equipo debe exponer los hallazgos y dificultades en la realización del proyecto. En la cuarta etapa se hace la entrega del informe y la presentación final del proyecto.

II.3 Diseño del proyecto

Como lo plantean Jonassen y Hung (2008), para el logro de los objetivos en el ABP, es necesario un buen diseño del problema, que tenga las siguientes características:

- Debe estar poco estructurado, permitiendo varias soluciones.
- Debe ser complejo, de tal manera que resulte desafiante, promoviendo la motivación en el estudiante.
- Que sea interdisciplinario.
- Que esté adaptado al conocimiento previo y al nivel cognitivo del alumno, con la intención de anclar los significados iniciales del alumno y encontrar andamiajes que faciliten la construcción de nuevos significados.
- Debe ser auténtico, es decir, contextualizado en la práctica profesional para el que se está preparando.

Establecidas las anteriores características, se diseñó el proyecto que se muestra en la tabla II

TABLA II. Planteamiento, contexto, justificación y visión del proyecto

<p>Con el objetivo de mejorar las condiciones de salubridad dentro de la institución educativa y a su vez la calidad de vida de los mismos, se implementará un modelado de un sistema de tratamiento de aguas, ya que el colegio no cuenta con un acceso de agua potable, lo que ha generado un impacto negativo sobre la comunidad, puesto que varios estudiantes, por ingerir de esta agua se han enfermado y han abandonado sus estudios por un tiempo. Dicho lo anterior, los principales beneficiados son los estudiantes, maestros y padres de familia de la Institución Educativa Benjamín Correa Álvarez, ya que se tendrá un mayor control sobre el estado del agua, evitando así, posibles enfermedades que posteriormente se verían reflejadas en la asistencia a clases. Así pues, el producto a realizar es una aplicación móvil donde se incorporen tanques en serie, sensores y sistemas de recolección de datos, que arrojen información sobre la calidad del agua y que haga mejor control sobre su flujo, manipulando variables físicas, tales como la presión y el volumen del agua almacenada. El tiempo estipulado para el desarrollo del producto es de 2 meses y se espera que para el año 2019, los casos de inasistencia a clases por el consumo de agua no potable caigan a 0%.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Descripción del Producto Mínimo Viable y entregables</i></p> <p>El producto a desarrollar es un modelo a escala de una planta de tratamiento de acueducto, la cual enviará información acerca del estado del agua a través de sensores que se conectarán a una aplicación móvil que estará disponible para celulares y tabletas, permitiendo así a la comunidad educativa determinar qué tan factible puede ser el aprovechamiento de esta agua.</p>

III. RESULTADOS

La propuesta que aquí se plantea es novedosa, ya que los resultados en la revisión de la literatura, dan cuenta del poco abordaje en el tema de fluidos desde una metodología de ABP, asistido con el uso de sensores y sistemas de adquisición de datos, en contextos rurales.

Para analizar los antecedentes en la literatura sobre el uso de sensores en la enseñanza de los fluidos y las metodologías activas, se analizaron 44 revistas electrónicas de enseñanza y divulgación de las ciencias o de la física, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo al reconocimiento y la aceptación en la comunidad. De igual manera se buscaron artículos en las siguientes bases de datos: Dialnet, SciELO, Google Academic y ERIC. Se seleccionaron los artículos que se publicaron desde el año 2007 hasta el año 2018, dado que la incorporación de dispositivos móviles con sensores en la educación, es relativamente nueva.

La información se revisó organizando los artículos en tres núcleos temáticos: concepciones de los estudiantes en relación a los fluidos, ABP asistido por TIC para la enseñanza de la física, en la educación básica, aprendizaje significativo en la enseñanza de la física y el uso de sensores y sistemas de adquisición de datos para la enseñanza de los fluidos.

Concepciones de las estudiantes en relación a los fluidos

Barbosa (2013), identifica en su investigación diversas concepciones de los estudiantes, en cuanto a fenómenos asociados con el principio de Bernoulli; por ejemplo, la concepción de que a mayor velocidad, se presenta una presión mayor. Esta idea se refuerza, ya que asumen como equivalentes los conceptos de fuerza, velocidad y presión. De igual manera, el considerar que, al reducir el área de un tubo por el cual circula un fluido, la presión aumentará; esta concepción se genera, ya que la velocidad aumenta cuando se disminuye el área, por lo que entra de nuevo en juego la confusión entre presión, velocidad y fuerza. Otra concepción es la creencia de que el fluido empuja en la dirección de flujo, ya sea de manera frontal o lateral, produciendo movimiento en ese sentido, sin tener en cuenta la diferencia de presiones en los dos extremos del objeto.

Por otro lado, en cuanto a fluidos en reposo, diferentes autores (Estudiantes, Flotan, & Que, 1990; Higuera & Sampedro, 1987; Maturano, Aguilar, & Núñez, 2009; Mazzitelli, Maturano, & Núñez, 2006) describen las concepciones sobre presión y condiciones de flotabilidad, al no tener claridad entre los conceptos de masa y densidad y la influencia en la flotación de los cuerpos. De igual manera, genera dificultad la idea de la existencia de una fuerza ascendente producida por el fluido en los cuerpos sumergidos dentro de éste.

Por último, Maturano et al. (2009) incorpora las dificultades procedimentales para el aprendizaje de los conceptos físicos en dos aspectos: en cuanto al aprendizaje, debido a que se memorizan los conceptos sin llegar a una comprensión para entender los fenómenos, y en cuanto a la enseñanza, puesto que se basa en métodos tradicionales, dejando a un lado la reflexión y la contextualización de los contenidos.

Aprendizaje significativo crítico en la enseñanza de la física

Son pocos los artículos encontrados en este eje temático, ya que la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico es relativamente nueva. Entre los trabajos encontrados está el de López, Araujo, y Veit, (2012, 2014) donde se integran los principios del aprendizaje significativo crítico, con el uso del diagrama AVM y la modelación computacional para abordar los contenidos en la mecánica newtoniana. En González (2013), se hace el estudio de la óptica, en estudiantes del grado undécimo, a través de la actividad experimental.

Estos trabajos valoraron como positivo el progreso de los estudiantes que participaron en cada uno de los estudios, puesto que mejoraron en la habilidad para formular preguntas de interés, apropiadas y sustantivas; además, de una mayor apropiación de los conceptos físicos y una visión epistemológicamente más acorde con los modelos de la ciencia.

Uso de sensores en Smartphone para la enseñanza de la física

Los diferentes artículos encontrados sobre este eje temático, dan cuenta de las potencialidades del m-learning y las riquezas en cuanto a contenidos educativos, tales como animaciones, videos, podcast, ubicación satelital,

simulaciones, imágenes, audios, sensores, software de tratamiento de información y de modelación, entre otros (S. Herrera, Sanz, y Fennema, 2013). De igual manera, se pueden encontrar algunas de las experiencias educativas con teorías de aprendizaje como el aprendizaje acumulativo, aprendizaje significativo de Ausubel, aprendizaje socio-cultural, aprendizaje colaborativo, la interacción social de Vygotsky y la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird (Cardona y López, 2017; S. Herrera et al., 2013); sin embargo, en el caso de los sensores son pocos los trabajos soportados por un referente pedagógico que contengan resultados en términos del aprendizaje de los estudiantes, puesto que se centran en el diseño experimental. De aquí la necesidad de la reflexión en la incorporación de los sensores en el aprendizaje de la física, a la luz de teorías de aprendizaje que den cuenta de sus potencialidades para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje

ABP asistido por TIC para la enseñanza de la física, en la educación básica

Algunas de las herramientas que se incluyen como parte de las TIC, son los procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos y software y dispositivos para la recolección y análisis de la información, al igual que los software y periféricos que incluyen elementos tales como escáneres, cámaras digitales, cámaras y equipos de video, al igual que la conectividad (Martí, Heydrich, Rojas y Hernández, 2010). Con esta definición, son pocos los trabajos encontrados que abordaran el ABP con el apoyo de TIC, presentando mayor número de publicaciones con otras estrategias y/o en otras áreas del conocimiento. Un artículo importante que brindó buenos elementos para este eje temático, es el realizado por Pasqualetto, Veit y Araujo, (2017), donde hacen una revisión de literatura sobre la metodología sobre el ABP. Aquí también llama la atención el bajo número de artículos encontrados con ABP aplicado a los conceptos físicos. El número se reduce aún más para los que apoyan la estrategia con herramientas TIC.

El poco abordaje en este campo en la enseñanza, sugiere la exploración de sus posibilidades en el aprendizaje de la física, facilitando a los estudiantes de educación media, el acceso al conocimiento y la interpretación de los fenómenos físicos.

IV. CONCLUSIONES

La propuesta que aquí se plantea es novedosa, ya que los resultados en la revisión de la literatura, dan cuenta del poco abordaje en el tema de fluidos, desde una metodología de ABP, asistido con el uso de sensores y sistemas de adquisición de datos, en contextos rurales. De acuerdo a los artículos revisados, se resalta la importancia de la implicación del estudiante en la gestión, organización y construcción de su propio aprendizaje, en la interacción con sus compañeros y el profesor, por medio de estrategias de aprendizaje que promuevan la motivación y un papel más activo del estudiante.

La implementación de estas metodologías activas en la enseñanza de la física no sólo promueve el aprendizaje significativo para la comprensión de los conceptos físicos, sino que también ayuda a lo referente a las concepciones y orientaciones metodológicas de la naturaleza de la ciencia.

Uno de los limitantes para la implementación de la propuesta en contextos rurales, es la escasez de los recursos y de dotación, por lo que es necesario crear vínculos con sectores comerciales y productivos, para efectos de adquisición de materiales didácticos, conectividad y capacitación.

Es importante diseñar estrategias de enseñanza en el lenguaje de programación, antes de la implementación de la propuesta del presente trabajo, ya que es un insumo importante para el diseño y construcción del montaje con sensores y sistemas de adquisición de datos.

REFERENCIAS

Aparicio, J. A., Aguirre, C. A. y Callejas, E. A. (2012). Tecnología móvil como herramienta de apoyo en la educación media investigadores. *entorno*, 0(53), 21–36.

Baidal, E., Bustamante, f., y Arguello, E. (2017). *Latin American Journal of Science Education* Aplicación de la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas como propuesta para mejorar el rendimiento académico de una clase de circuitos eléctricos. *Lat. Am. J. Sci. Educ.*, 22004(4), 1–20. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6181464.pdf>

Barbosa, I. (2013). Construcción, validación y calibración de un instrumento de medida del aprendizaje: test de development and validation of an instrument to measure. *Revista de educación en ingeniería*, 8(15), 24–37.

Borba, M. C., Askar, P., Engelbrecht, J., Gadanidis, G., Llinares, S., Y Mario, S. (2017). Proceedings of the 13th *International congress on mathematical education*, 221–233. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62597-3>

Cardona, M. E., López, S. (2017). Una revisión de literatura sobre el uso de sistemas de adquisición de datos para la enseñanza de la física en la educación básica, media y en la formación de profesores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(4). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0308>

Barral (1990). ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? f., 8(3), 244–250.

González, C. (2013). La enseñanza de la óptica desde una conceptualización integradora de sus teorías, dinamizada y orientada por una concepción del aprendizaje significativo crítico. universidad nacional. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/11089/1/42888727.2013.pdf>

Herrera, J. (2010). La formación de docentes investigadores: el estatuto científico de la investigación pedagógica. *Magis, Revista internacional de investigación en educación*, 3, 53–62.

Herrera, S., Sanz, C., y Fennema, C. (2013). Made-mlearning: un marco para el análisis, diseño y evaluación de experiencias de m-learning en el nivel de postgrado. *Revista iberoamericana de educación en tecnología y tecnología en educación*, 10, 7–15.

Higuera, B., y Sampedro, c. (1987). Experiencias didácticas diferenciación de los conceptos de masa, volumen y densidad en alumnos de BUP , mediante estrategias de cambio conceptual y metodológico. *Enseñanza de las ciencias*, 8(1), 31–36.

Irure, R. (2015). El método de aprendizaje basado en proyectos (ABP) en contextos educativos rurales y socialmente desfavorecidos de la educación infantil. *Perspectiva educacional. formación de profesores*, 54(1), 90–109. <https://doi.org/10.4151/07189729-vol.54-iss.1-art.294>

- Jonassen, D., y Hung, W. (2008). All problems are not equal: implications for problem-based learning. *Interdisciplinary journal of problem-based learning*, 2(2), 10–13. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1080>
- Joo-Nagata, J., Martínez, F., Garcia, j., y Garcia, f. (2017). augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: evaluation of an educational program in Chile. *Computers and education*, 111, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.003>
- José, M., Heinrich, M., Rojas, M., y Hernández, a. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11–21. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/215/21520993002.pdf>
- Llorente, I., Domènech, X., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C., y Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Revista internacional de investigación e innovación educativa*, 91, 72–89. Recuperado de <http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/r91/r91-5>
- López, S., Araujo, I., y Veit, E. (2012). El uso del diagrama AVM como instrumento para la implementación de los principios de la teoría del aprendizaje significativo crítico en actividades de modelación computacional para la enseñanza de la física. *Caderno Brasileiro de Ensino de física*, 29(0), 935–964. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp2p935>
- López, S., Veit, E. A., y Araujo, I. S. (2014). La formulación de preguntas en el aula de clase: una evidencia de aprendizaje significativo crítico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(1), 117–132. <https://doi.org/10.1590/1516-731320140010007>.
- Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, (2010). Aprendizaje Basado en Proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, vol. 46, num. 158, abril-junio, pp.11-21.
- Martín, R., y Porlán, R. (1999). Tendencias en la formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 35(35), 115–128.
- Maturano, C., Aguilar, S., y Núñez, G. (2009). Una experiencia propuesta como tarea de investigación en enseñanza secundaria sobre las condiciones de flotabilidad de una embarcación.
- Mazzitelli, C., Maturano, C., y Núñez, G. (2006). Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos, 3(1), 33–50.
- Moreira, M. (2005). Aprendizaje Significativo Crítico (Critical Meaningful Learning). *Indivisa*, 6, 83–102. <https://doi.org/issn:1579-3141>
- Moreira, M. A. (2012). La teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea. revista iberoamericana de educación matemática, 31, 9–20. Recuperado de http://www.fisem.org/www/union/revistas/2012/31/archivo_5_de_volumen_31.pdf
- Stake, R. E. (2010). Investigación con estudio de caso. Ediciones MORATA. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2005.00891.x>
- Vasilachis, I. (2006). La investigación cualitativa. estrategias de investigación cualitativa, (2002), 1–22. Recuperado de http://drapuiq.info/files/investigaci_n_cualitativa.pdf
- Yazyi, S. A. (2011). Una experiencia práctica de Scrum a través del aprendizaje basado en proyectos mediado por tic en un equipo distribuido. *Hydrologic processes*, 205, 50. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10366/100082>