



Comprensión del concepto de energía desde el aprendizaje significativo crítico en estudiantes de básica secundaria

Understanding the concept of energy from critical meaningful learning in elementary school students

Comprendere il concetto di energia dall'apprendimento critico significativo negli studenti delle scuole elementari

Diana Paola Martínez Salcedo
Universidad de Antioquia
dianap.martinez@udea.edu.co

Resumen

Este artículo tuvo como propósito comprender el concepto de energía, mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Está fundamentado en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico y en autores como: Larmer y Mergendoller (2015), Moreira (2000, 2005, 2010), Goodhew y Robertson, (2016), Poggi, Miceli, y Testa, (2017), entre otros. Se desarrolló bajo el paradigma interpretativo, metodología cualitativa, enfocada desde el estudio de caso colectivo. La muestra estuvo conformada por estudiantes del grado séptimo de la básica secundaria entre los 12 y 15 años de la Institución Educativa Héctor Rogelio Montoya del municipio de Medellín, Colombia, con la participaron dos (2) docentes de las áreas de ciencias naturales y matemáticas y cuatro (4) casos conformados por cuatro (4) estudiantes. La información fue recolectada a través de la técnica de la observación, entrevistas semiestructuradas, instrumento de indagación de ideas previas, bitácoras y aplicaciones realizadas por los estudiantes. Para el análisis de los datos, se realizó la triangulación para contrastar los datos obtenidos con la experiencia del investigador vinculada al problema, las preguntas y los propósitos del estudio. Los resultados mostraron que los estudiantes alcanzaron una visión más crítica y reflexiva en relación con el aprendizaje del concepto de energía; logrando un progreso significativo en la adquisición de habilidades e integración de conocimientos teóricos y prácticos. Se encontró que la implementación de la estrategia metodológica ABP en la enseñanza transdisciplinar, es pertinente para propiciar un aprendizaje significativo de conceptos, generar participación activa y favorecer la relación del estudiante con su contexto cercano.

Palabras Clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, concepto de energía; estrategia metodológica, Aprendizaje Significativo Crítico.

Abstract

The purpose of this article was to understand the concept of energy, using the Project Based Learning (PBL) methodology. It is based on the Theory of Critical Significant Learning and on authors such as: Larmer and Mergendoller (2015),



Moreira (2000, 2005, 2010), Goodhew and Robertson, (2016), Poggi, Miceli, and Testa, (2017). others. It was developed under the interpretive paradigm, qualitative methodology, focused from the collective case study. The sample was made up of students of the seventh grade of secondary school between 12 and 15 years of age from the Héctor Rogelio Montoya Educational Institution of the municipality of Medellín, Colombia, with the participation of two (2) teachers from the areas of natural sciences and mathematics and four (4) cases made up of four (4) students. The information was collected through the technique of observation, semi-structured interviews, an instrument for investigating previous ideas, blogs and applications made by the students. For data analysis, triangulation was performed to contrast the data obtained with the researcher's experience related to the problem, the questions, and the purposes of the study. The results showed that the students reached a more critical and reflective vision in relation to learning the concept of energy; achieving significant progress in the acquisition of skills and integration of theoretical and practical knowledge. It was found that the implementation of the ABPy methodological strategy in transdisciplinary teaching is pertinent to promote meaningful learning of concepts, generate active participation and favor the student's relationship with their close context.

Keywords: Project-Based Learning; energy concept; methodological strategy; critical Significant Learning.

RIASSUNTO

Lo scopo di questo articolo era comprendere il concetto di energia, utilizzando la metodologia Project Based Learning (PBL). Si basa sulla Teoria dell'apprendimento critico significativo e su autori come: Larmer e Mergendoller (2015), Moreira (2000, 2005, 2010), Goodhew e Robertson, (2016), Poggi, Miceli and Testa, (2017) .altri. È stato sviluppato sotto il paradigma interpretativo, metodologia qualitativa, focalizzato dal caso di studio collettivo. Il campione era composto da studenti del settimo grado della scuola secondaria di età compresa tra i 12 e i 15 anni dell'Istituto Educativo Héctor Rogelio Montoya del comune di Medellín, Colombia, con la partecipazione di due (2) insegnanti delle aree naturali scienze e matematica e quattro (4) casi composti da quattro (4) studenti. Le informazioni sono state raccolte attraverso la tecnica dell'osservazione, interviste semi-strutturate, strumento di approfondimento di idee precedenti, blog e applicazioni realizzate dagli studenti. Per l'analisi dei dati, è stata eseguita una triangolazione per confrontare i dati ottenuti con l'esperienza del ricercatore relativa al problema, alle domande e agli scopi dello studio. I risultati hanno mostrato che gli studenti hanno raggiunto una visione più critica e riflessiva in relazione all'apprendimento del concetto di energia; conseguire progressi significativi nell'acquisizione di competenze e nell'integrazione delle conoscenze teoriche e pratiche. Si è riscontrato che l'implementazione della strategia metodologica ABPy nell'insegnamento transdisciplinare è pertinente per promuovere l'apprendimento significativo dei concetti, generare partecipazione attiva e favorire il rapporto dello studente con il suo contesto vicino.

Parole chiave: Apprendimento basato su progetti; concetto di energia; strategia metodologica; Apprendimento critico significativo.



Introducción

La educación es la base para el avance y desarrollo de la sociedad, su importancia radica principalmente en proveer conocimientos y valores, necesarios para preparar e involucrar a los ciudadanos en los distintos sucesos de su entorno. En este orden de ideas, la enseñanza de las ciencias naturales se ha ido transformando en un campo de investigación que adquiere cada vez mayor relevancia, en efecto, se ha empezado a tomar conciencia de que para enseñar esta disciplina, no es suficiente tener gran dominio de los contenidos o conceptos, sino que se deben fomentar conocimientos, habilidades y competencias, además de promover el desarrollo del pensamiento científico, crítico y reflexivo en la formación integral de los estudiantes.

Por lo tanto, el propósito de esta investigación es comprender el concepto de energía, mediante el uso de la estrategia metodológica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Está fundamentada en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico y la población estudiada la representan los estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Héctor Rogelio Montoya del municipio de Medellín, Colombia.

Ante la situación planteada, la importancia de esta investigación radica en formar individuos con conocimiento científico, que logren tomar sus propias decisiones o resolver problemas de su entorno, con el fin de mejorar las condiciones de vida individual y colectiva, además, de aportar en la constitución del capital humano y científico requerido por la sociedad.

Siguiendo este orden de ideas, el aporte de este estudio es el uso de metodologías activas implementadas desde el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que promueve competencias cognitivas, colaborativas, tecnológicas y metacognitivas para incentivar mediante la realización de actividades que permiten la investigación, planeación, búsqueda de soluciones, trabajo cooperativo y actitudes como la autorregulación, disciplina y perseverancia, entre otros elementos que benefician la formación integral de los estudiantes.



Bases conceptuales

Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

El aprendizaje Basado en Proyectos se ha venido promoviendo desde 1988 por la fundación Omar Dengo. Por más de cien (100) años, educadores como John Dewey han señalado los beneficios del aprendizaje práctico, basado en proyectos atractivos y desafiantes, en las experiencias y centrados en el estudiante, uno de los precursores del ABP fueron las investigaciones sobre el aprendizaje basado en problemas en el campo médico.

El propósito de la estrategia ABP, es crear nuevas prácticas educativas, que logren propiciar a los estudiantes la relación con el mundo real desde una perspectiva amplia y multidisciplinaria, además, permitir desarrollar destrezas y competencias. El Buck Institute for Education (BIE) define el ABP orientado por estándares como “un método sistemático de enseñanza que involucra a los estudiantes en el aprendizaje de conocimientos y habilidades, a través de un proceso extendido de indagación, estructurado alrededor de preguntas complejas y auténticas, y tareas y productos cuidadosamente diseñados” (El ABC del ABP, 2021, párr. 2)

En este orden de ideas, se puede citar el modelo de planificación del BIE (Figura 1), donde se postula una serie de criterios que deben contener los proyectos planeados y efectivos, como, reconocer el impulso inherente de los estudiantes por aprender y colocándolos como centro del proceso de aprendizaje; el trabajo del proyecto debe ser central y no periférico al currículo, conducir a los estudiantes al planteamiento de preguntas, requerir el uso de herramientas y habilidades esenciales para el aprendizaje, incluyendo tecnología para aprender, autonomía y manejo de proyectos; especificar productos que logren resolver problemas, explicar dilemas o información generada a través de la indagación, la investigación o el razonamiento; y por último plantear una evaluación formativa, integrando la co – hétero y autoevaluación.



Figura 1. Estándares de Oro para el ABP
Fuente: Larmer y Mergendoller (2015).

Tal como se ha visto, el aprendizaje de los estudiantes debe estar relacionado con el contenido académico y el desarrollo de habilidades, estos estándares permiten que éste comprenda contenidos y conceptos de diferentes disciplinas a partir del trabajo del ABP, aplicando este conocimiento dentro del mundo real, para resolver problemas, responder a preguntas complejas y crear productos de alta calidad.

Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico

La investigación se sustenta en la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) de Marco Moreira (2000, 2005, 2010), el cual se basa en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, donde considera una serie de principios fundamentales que posibilitan el proceso de aprendizaje significativo desde una visión subversiva o crítica.

Según estos autores, para que ocurra el Aprendizaje Significativo, debe de haber dos condiciones: la primera son los conocimientos previos que posee el estudiante y la relación de estos con el nuevo conocimiento; la segunda, es la predisposición del estudiante para aprender de manera significativa los contenidos que le son enseñados; es decir, considerar al estudiante como un sujeto motivado y activo, integrando los principios de la TASC propuestos por Moreira (2010) ya que aportan



las condiciones para que el estudiante construya su conocimiento desde una perspectiva crítica y reflexiva.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, el Aprendizaje Significativo plantea, que el material debe de ser intrínsecamente significativo, pero existe la posibilidad de que el alumno no lo perciba, además, se necesita que el estudiante posea en su conocimiento ideas inclusoras con las que pueda relacionar dicho material y darle el significado psicológico al apropiarse de esos nuevos conocimientos. Es importante, tener en cuenta que el material se vuelve potencialmente significativo solo si, el estudiante quiere y puede captar el significado, relacionándolo con otros contenidos e incorporándolo a su estructura cognitiva.

Así mismo, tomando las ideas de Postman y Weingartner (1969), quienes consideran que el aprendizaje debe ser, no sólo significativo, sino también subversivo o crítico, permitiendo al estudiante convertirse en un sujeto activo en la construcción de su conocimiento y asumir una posición crítica frente a éste y al entorno que lo rodea, donde se considere a la sociedad en permanente cambio y evolución.

Para lograr el Aprendizaje Significativo Crítico, Moreira (2010) propone once principios, los cuales pueden ser implementados en la enseñanza. A continuación, se describirán brevemente:

1. Principio del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos, en el sentido de captar e internalizar significados socialmente construidos y contextualmente aceptados, es el primer paso, o condición previa, para un aprendizaje significativo crítico.

2. Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas. La interacción social, es indispensable para que se concrete un episodio de enseñanza. Las preguntas deben ser llamativas para atraer la atención de los estudiantes, deben plantear problemas para fomentar la investigación constante, que impulse la búsqueda y la creación de nuevos saberes o conocimientos en el aula de clase.

3. Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. Los docentes y estudiantes se apoyan excesivamente en el libro de texto, muchos docentes los usan inapropiadamente y



sólo citan y hablan exclusivamente del contenido que se encuentra ahí, además de usar un solo texto, para el ASC los docentes deben contar con diferente material bibliográfico para la preparación de las clases; otra de las estrategias que se pueden usar para generar interés son: los artículos científicos, los cuentos, las poesías, las crónicas, los relatos, las obras de arte, el uso de la V de Gowin, los mapas conceptuales entre otros.

4. Principio del aprendizaje como perceptor/representador, lo que se pretende es que el estudiante logre percibir el mundo que le rodea, lo pueda representar, además que logre la interacción, diferenciación e integración entre los conocimientos nuevos y los preexistentes.

5. Principio del conocimiento como lenguaje: El lenguaje es la llave de la comprensión del conocimiento, es permitir que el estudiante logre expresar la manera de ver el mundo.

6. Principio de la conciencia semántica, en este punto es clave tener en cuenta el conocimiento previo, implica permitirle al estudiante tomar conciencia de que el significado está en las personas, no en las palabras y que estos significados fueron atribuidos por personas.

7. Principio del aprendizaje por error, el hombre aprende corrigiendo sus errores, asumiendo que no hay verdades absolutas y que el conocimiento está en permanente cambio.

8. Principio del desaprendizaje, para aprender significativamente es necesario que ocurra un anclaje entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo (subsumidor); siempre y cuando éste sea claro, diferenciado y pertinente.

9. Principio de incertidumbre del conocimiento. Este principio tiene un resumen de los principios anteriores, como: el lenguaje, las definiciones, las preguntas y las metáforas, estas últimas son instrumentos que se suelen usar para pensar y como órgano de percepción.

10. Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza. Busca que el docente realice sus clases más interactivas, generando estrategias que permitan una participación activa de los estudiantes.

11. Principio del abandono de la narrativa. Dejar que el alumno hable. Es complementario al de la no utilización de la pizarra y al de la no centralidad del libro



de texto. Usar un libro de texto como referencia única de un cierto conocimiento transmite la ilusión de la certeza, no promueve el aprendizaje significativo crítico y estimula el aprendizaje mecánico.

Transversalidad del concepto de energía en las ciencias naturales

Con respecto a la transversalización del concepto de energía, varios autores como Dreyfus et al. (2014), Poggi et al. (2017), manifiestan la interdisciplinariedad en las ciencias naturales, dentro de la biología, la química y la física; y con otras áreas del conocimiento.

Con referencia a lo anterior, autores como Martín et al. (2013) y Goodhew y Robertson, (2016), consideran la necesidad de basar la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria en problemas socio-científicos, por el potencial educativo que tienen para promover cambios en estas tendencias; además del uso de preguntas permite obtener ideas de los estudiantes sobre múltiples facetas diferentes del concepto de energía.

Metodología

La presente investigación, sigue la ruta del paradigma interpretativo, el cual se centra en los relatos de los sujetos y en su cosmovisión o visión del mundo acerca del comportamiento desarrollado diariamente en el quehacer educativo, considerando a los sujetos como necesarios en este estudio; para Sandín (2003, p.56), este paradigma “permite estudiar la problemática de una manera cercana a la realidad”.

La investigación cualitativa, se enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto (Hernández et al, 2014). En esta metodología, el investigador juega un papel central debido a que realiza una interpretación de los significados atribuidos por los sujetos dentro de la realidad, esto se efectúa a través de la observación participativa, permitiendo que se posicione y adopte una serie de decisiones, no sólo al inicio de la elaboración del proyecto, sino también, durante y al finalizar la investigación.

Resulta oportuno abordar esta investigación desde el estudio de caso, el cual constituye un método para el análisis de la realidad social de gran importancia en el



desarrollo de las ciencias sociales y humanas (Latorre et al, 1996), este método permite realizar una comprensión de lo que puede ocurrir con una persona, un grupo, una institución o una comunidad.

En este orden de ideas, Stake (1998, p.11), plantea que “un estudio de caso se espera que abarque la complejidad de un caso particular; es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes”, se debe realizar una elección sobre el objeto a estudiar, enfocado en un interés particular, además de realizar un proceso de indagación del mismo, incluyendo distintas variables e ilustrando su interacción a menudo y a lo largo de un período de tiempo.

En esta investigación se seleccionó el estudio de caso colectivo, para Stake (1998), los criterios fundamentales al elegir un caso es la máxima rentabilidad de aquello aprendido, esto permite llevarnos a la comprensión del fenómeno estudiado y los casos en los que sea posible acceder a la información requerida, este estudio permitió centrar el interés en el fenómeno a indagar, en este caso el aprendizaje del concepto de energía, relacionado con la población de estudio, donde se tomaron 4 (cuatro) grupos del grado séptimo, elegidos a manera de casos de análisis, teniendo el propósito de comprender el concepto de energía, mediante el uso de la estrategia metodológica Aprendizaje Basado en Proyectos y fundamentada en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico.

Resultados y Discusión

Este estudio se desarrolló en cuatro fases, las cuales se describen a continuación:

Fase I. Encuesta “Talentos y Pasiones”

Esta encuesta, permitió captar los intereses, talentos y pasiones que tenían los estudiantes de la Institución Educativa, la cual fue aplicada a los dos grupos de grado séptimo y diligenciada de manera virtual a partir del siguiente enlace: <https://goo.gl/forms/0q6n2xVIPJyRKHv52>. Se encontró que la mayoría de los estudiantes revelaron el gusto por el ciclismo y el fútbol, y es donde se toma la decisión de relacionar el concepto de energía con el ciclismo.



Conformación de grupos, Contrato y Roles

El proyecto “La energía que mueve a palmitas” contribuyó a trabajar competencias como la autonomía, el trabajo en grupo, la confianza en sí mismos y la motivación. En el orden de las ideas anteriores, el trabajo en equipo utilizado en el ABP implica dejar de lado la enseñanza mecánica y memorística para enfocarla hacia metodologías de trabajo, donde las actividades se planteen como retos, comprometiendo a los estudiantes a que compartan sus desafíos y celebren mutuamente sus éxitos.

En este mismo orden y dirección, los roles planteados en el proyecto (Diseñador, programador, secretario y vocero) hacen parte del trabajo colaborativo, permitiendo al estudiante que asume el rol liderar el proceso sin dejar de lado los demás compañeros, todo esto con el fin de cumplir la meta, además, de fortalecer valores como el respeto, la responsabilidad y una buena comunicación en el equipo.

Aplicación del instrumento de indagación de ideas previas

En esta primera fase de la investigación y en coherencia con el referente teórico abordado, se identificaron los conceptos previos (acerca del concepto de energía) que tenían los estudiantes, además del grado de apropiación y las relaciones que pueden establecer entre la biología, la física y la química, a partir de un caso del giro de Italia. Para ello, se utilizó un instrumento denominado “La energía que mueve al mundo”, el cual fue aplicado a los estudiantes de los dos grupos de grado séptimo de forma individual en la primera sesión de la intervención con una duración de una hora.

Para el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes, se utilizó el software cualitativo atlas ti, el cual permitió realizar una codificación de las categorías emergentes sobre las preguntas planteadas en el instrumento, en la figura 1 se toma la pregunta ¿Qué es la energía? como eje central, en la cual la investigadora codificó las preguntas del cuestionario asociadas a los procesos, la importancia, la alimentación y recomendaciones.

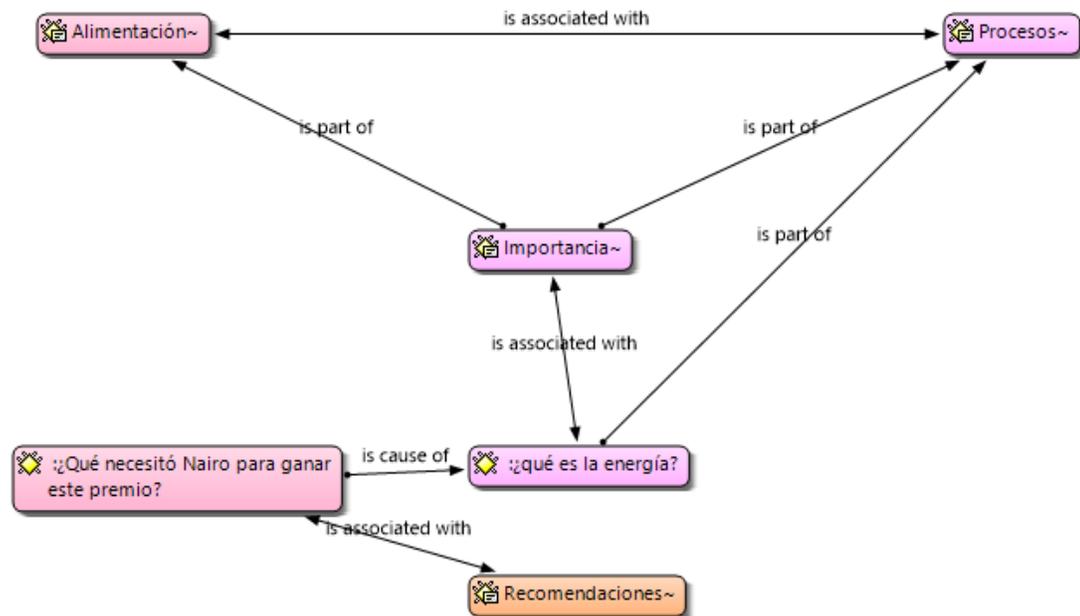


Figura 1. Codificación en Atlas ti de las preguntas del instrumento de indagación de ideas previas.

Fuente: Elaboración propia (2018)

Con respecto a la pregunta ¿Qué necesitó Nairo para ganar este premio?, resulta oportuno mencionar que seis estudiantes no diferencian el concepto de trabajo en Física de lo que supone realizar un determinado esfuerzo físico. Con referente a la pregunta número cuatro: ¿Por qué a un ciclista que participa en un Tour le obligan a comer mínimo cada hora y cómo se relaciona esto con su rendimiento deportivo?, se identificó, que a los estudiantes se les dificulta reconocer la importancia de la alimentación en un proceso deportivo, tienen a confundir que la energía se pierde, y por ende se pierde la forma física del cuerpo, algunos pocos reconocen que el cuerpo necesita alimentarse para aguantar más, por ejemplo, en la carrera de ciclismo, falta reconocer otros elementos necesarios en la nutrición como son los carbohidratos, las proteínas y lípidos entre otros.

En relación a las respuestas dadas a la pregunta 5. Describe con tus palabras ¿qué es la energía?, se pudo identificar que los estudiantes asocian el concepto a la vitalidad, fuerza, movimiento, emoción y salud, observándose algunas dificultades en la relación que hacen de la energía con el concepto de “fuerza” - ...nos puede hacer más fuerte -...capacidad para fortalecer el cuerpo...-, además, no se establece una clara diferenciación cuando lo relacionan con la salud -uno se



alimenta bien tiene más fuerza o sea más energía -...es tener buena salud...-, o con el movimiento, en el cual no logran diferenciar la energía cinética de la potencial.

Carrera de observación

Esta actividad consistió en que a cada grupo de estudiantes se les entregaba unas pistas, las cuales le ayudaban a encontrar las palabras para armar la pregunta orientadora, los estudiantes estuvieron motivados, alegres y lograron el objetivo de armar la pregunta que orientaba el proyecto.

Fase II. Motivación

Resulta oportuno mencionar, que la motivación debe de estar vinculada en todas las fases del proyecto, con el fin de que el estudiante no pierda el interés en participar activamente de él, en este espacio, los estudiantes observaron un video sobre programación y uso de dispositivos móviles titulado "todo el mundo debería programar" (<https://www.youtube.com/watch?v=1bDK1-U1edE>), con el fin de involucrarlos en el proceso de programación de la aplicación en el programa MIT App Inventor (<http://appinventor.mit.edu/explore/>), (<http://ai2.appinventor.mit.edu/>), además de permitir una conexión con el mundo real.

Evaluación

La evaluación en este proyecto, se realizó de manera formativa, a través del uso de diversos instrumentos, entre ellos la Rúbrica, este formato permitió verificar si los grupos de trabajo cumplieron todas las metas planteadas, además de evaluar los conocimientos mínimos, estructura y consulta de la información, esquemas, usos de imágenes y colores en la aplicación, fuentes bibliográficas, presentaciones en power point, socialización y trabajo final; también se aplicó la autoevaluación, utilizando el medio virtual Thatquiz, donde cada estudiante valoró su trabajo; la coevaluación se realizó a través de una guía denominada "Afinación del proyecto" y la heteroevaluación, que permitió una realimentación entre los estudiantes y el docente.



Contextualización

Cada grupo realizó una consulta del tema de energía relacionada con la física, química y biología sobre la línea de investigación, la cual escogieron anteriormente y construyeron una presentación en power point para explicarle el tema a los demás miembros del grupo, también, realizaron un rastreo de aplicaciones en Play Store, relacionando lo encontrado con los temas de la consulta anterior, para así, tomar ideas y desarrollar su aplicación, teniendo en cuenta a quien va dirigida, los objetivos y el alcance de esta.

Fase III. Maquetación

En este espacio, los estudiantes realizaron la diagramaron a través de la aplicación del programa Mit App inventor, utilizando un formato suministrado por la docente investigadora, este ejercicio permitió evidenciar el principio número 4, aprendiz como perceptor/representador planteado por Moreira (2010), favoreciendo a través de la maquetación una comprensión, interpretación e intercambio de nuevos significados relacionados con el concepto trabajado.

Socialización

Este apartado se fundamentó en que cada equipo de trabajo socializó por medio de una exposición su aplicación, con el fin de que los demás grupos la valorarán a través de un formato, coloreando desde una a cinco estrellas, siendo una, la más baja calificación y cinco, la mejor.

Entrevista final

Se les aplicó individualmente a los estudiantes, un cuestionario final para corroborar si ellos aprendieron significativamente los contenidos. Las preguntas de este instrumento fueron analizadas igual que el de indagación de ideas previas, con el uso del software Atlas Ti. Con referente a la pregunta 1, ¿explica en qué tramos está presente la energía potencial y cinética, por qué?, 09 (nueve) de los dieciséis estudiantes contestaron correctamente y con argumentos válidos, que el ciclista que



se encontraba en el tramo 1, tenía presente energía cinética, ya que generaba movimiento al subir la montaña, además, que el ciclista que se encontraba en el tramo 2, al estar quieto, generaba energía potencial. En ese sentido, siete estudiantes aún no tienen clara la relación entre los dos tipos de energía, confunden la energía potencial, con la fuerza o potencia que debe realizar el ciclista para escalar la montaña.

Con respecto a la pregunta 3 ¿Explica con tus palabras qué es “¿Energía”, si es necesario utiliza ejemplos?, se encontró que la mayoría de los estudiantes mencionaron, que la energía es necesaria para realizar las actividades diarias, que se encuentra en el cuerpo y que está, se puede generar a partir de una buena alimentación, otros mencionaron los tipos de energía y dan ejemplo relacionados con algunas de ellas.

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, al realizar un contraste con respecto a la pregunta 5, realizada en el instrumento de indagación de ideas previas, se evidencia un gran avance del aprendizaje del concepto, las respuestas de los estudiantes son más fundamentadas y estructuradas que las primeras, como se aprecia en la Figura 2.

Con respecto a la última pregunta ¿Explica el proceso que ocurre cuando un ciclista ingiere un bocadillo en una carrera de ciclismo?, se evidenció que muchos estudiantes relacionan esto con un proceso químico realizado en el sistema digestivo para generar energía en el cuerpo, tres de los estudiantes relacionaron este proceso con el movimiento (energía mecánica), y cinco de ellos con causarle enfermedad al ciclista, esta última pregunta evidencia que los estudiantes reconocen los procesos químicos realizados en el sistema digestivo, además del paso de los nutrientes obtenidos al sistema circulatorio.

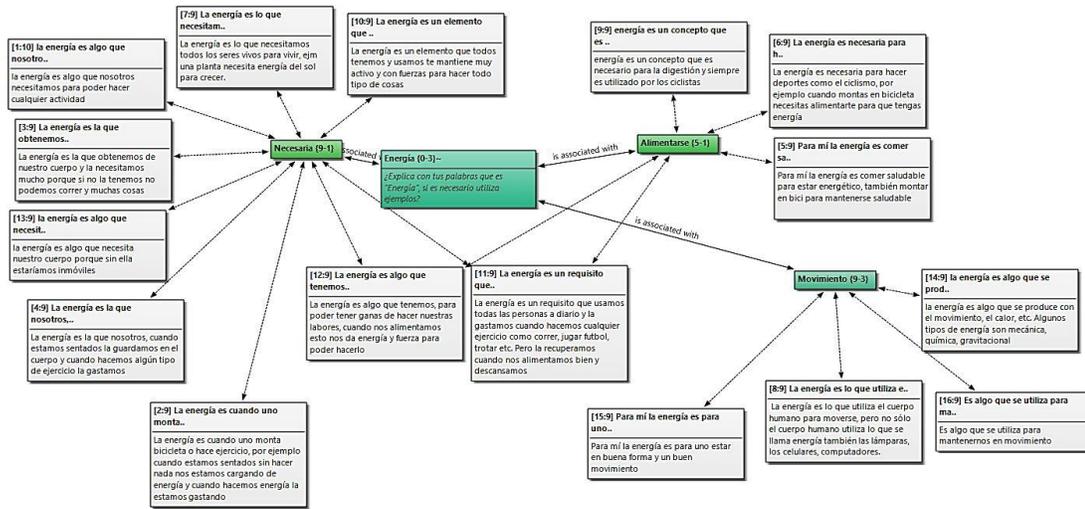


Figura 2. Clasificación de las subcategorías, pregunta 3
Fuente: Elaboración propia (2018)

Fase IV. Producto final

La última fase de la estrategia metodológica Aprendizaje Basado en Proyectos, es el producto final presentado por los estudiantes, en él se observan las competencias y habilidades que adquirieron a partir del proceso realizado en su proyecto, en efecto, cada grupo presentó la exhibición de su trabajo a toda la comunidad educativa.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, en la Institución Educativa Héctor Rogelio Montoya, se organizaron 8 bases denominadas: Contextualización, Líneas de investigación, Contenidos, Referentes, Maquetación, Evaluación, Diseño y Programación, por la cuales los visitantes podían ingresar y observar la secuencia de aprendizajes que lograron los estudiantes, además, ellos explicaron lo correspondiente a cada base y al final los espectadores a través de la Tablet observaban e interactuaban con la aplicación realizada por ellos.

Posteriormente, se muestran fotografías de las aplicaciones realizadas por dos de los casos escogidos para el análisis, en ellas se evidenció todo el proceso vivido en el transcurso del proyecto (Figura 4).

Triangulación de la información

Para garantizar la fiabilidad del análisis de los resultados y de las respectivas interpretaciones, se implementó la triangulación de datos; la cual consiste en

contrastar los datos obtenidos por los informantes clave (entrevistas) y la experiencia del investigador (observación participativa), analizando el conjunto de datos bajo diferentes visiones teóricas o campos de estudio.

Con respecto a los resultados encontrados en el instrumento de indagación de ideas previas, se pudo identificar que la mayoría de los estudiantes relacionan sus respuestas con la fuerza física, mencionando el esfuerzo que debe hacer el ciclista para ganar la etapa, otros plantearon la inteligencia, la agilidad y el entrenamiento asociadas a la pregunta principal y sólo unos pocos estudiantes mencionaron que el peso puede ser una causa para ganar ese premio. De acuerdo a lo encontrado en las investigaciones de Bañas et al. (2003), Domenech et al. (2003); Pontes, (2000); Solbes y Tarin (1998); señalan que muchos alumnos de secundaria asocian la energía con la fuerza, el movimiento, el vigor o esfuerzo físico.

Otra de las concepciones encontradas en los estudiantes, es que se les dificultó reconocer la importancia de la alimentación en un proceso deportivo, además de los sistemas del cuerpo (digestivo, circulatorio, muscular) que interactúan en él. También, mencionaron que la energía se pierde, y por ende se pierde la forma física del cuerpo, algunos pocos reconocieron que el cuerpo necesita alimentarse para aguantar más, además, falta reconocer elementos necesarios en la nutrición como son el consumo de los carbohidratos, las proteínas y lípidos entre otros.



Figura 4. Proyectos realizados por los estudiantes
Fuente: producciones de los estudiantes (2017)



Con respecto a la pregunta ¿porqué la energía es importante para la vida?, la mayoría de los estudiantes realizaron una asociación de ésta con una necesidad de mantenerse activos, manifestando que sin la energía no podrían vivir. Ante la situación planteada, estas concepciones alternativas que tiene los estudiantes con respecto a la importancia de la energía en la vida, se reafirman a las encontradas en Bañas (2003), el cual menciona que la energía es considerada como muy necesaria para el desarrollo de la humanidad, marca una gran pauta para el progreso favoreciendo la salud, consideran que es poco contaminante, en general muy peligrosa y no se podría vivir sin ella.

Después de las actividades realizadas durante el proyecto, se les aplicó a los estudiantes un cuestionario final, con el fin de corroborar los aprendizajes que obtuvieron, de manera general se encontró que la mayoría de los estudiantes reconoce la diferencia entre la energía potencial (Reposo-quieto) y cinética (generaba movimiento al subir la montaña), en este mismo sentido, pocos de ellos, aún no tiene clara la relación entre los dos tipos de energía, confunden la energía potencial, con la fuerza o potencia que debe de realizar el ciclista para escalar la montaña.

Sobre las consideraciones anteriores, al realizar un contraste con respecto a la pregunta 5, ¿qué es la energía?, realizada en el instrumento de indagación de ideas previas, se evidencia un gran avance del aprendizaje del concepto, las respuestas de los estudiantes son más fundamentadas y estructuradas que las primeras, mencionaron que, la energía es necesaria para realizar las actividades diarias, se encuentra en el cuerpo y está, se puede generar a partir de una buena alimentación, otros mencionan los tipos de energía, dando ejemplos relacionados con algunas de ellas.

Cabe resaltar que, cuando se les pide a los estudiantes que expliquen el proceso que ocurre cuando un ciclista ingiere un bocadillo en una carrera de ciclismo, se evidenció que muchos relacionan esto con un proceso químico realizado en el sistema digestivo para generar energía en el cuerpo, algunos relacionaron este proceso con el movimiento (energía mecánica), y otros manifestaron que le puede causar enfermedad al ciclista, esta última pregunta evidencia que los estudiantes reconocen los procesos químicos realizados en el sistema digestivo, además del paso de los nutrientes obtenidos al sistema circulatorio.



En relación con este último, es importante resaltar diferentes autores (Dreyfus et al (2014), Poggi, et al, (2017)), quienes manifiestan la interdisciplinariedad en las ciencias naturales dentro de la biología, la química y la física y con otras áreas del conocimiento, además han contribuido en ampliar, dinamizar y enriquecer los procesos de enseñanza mediante la metodología para la comprensión del concepto de energía basado en el aprendizaje por proyectos en estudiantes de básica secundaria. Asimismo, desde el punto de vista social representa un aporte dirigido a la optimización de la educación, y en consecuencia a los actores sociales inmersos en el escenario de la educación, protagonistas de las actividades inherentes al proceso de enseñanza y aprendizaje en las ciencias naturales.

Asimismo, el trabajo colaborativo es esencial en el uso de la estrategia metodológica ABP, de acuerdo a Langbeheim (2015), demostró que la investigación basada en proyectos puede ser utilizada para la enseñanza de la física en la escuela secundaria, también promueve el interés y la motivación de los estudiantes y mejora la comprensión del contenido científico.

Otros autores, como Ausín et al. (2016), manifiestan que el trabajo por proyectos ha contribuido a trabajar competencias como la autonomía, el trabajo en grupo, la confianza en sí mismos y la motivación. Esta idea se corrobora en otras investigaciones internacionales en las que se ha integrado el uso de podcast mediante la metodología ABP en el ámbito universitario, como la realizada por Ruikar et al. (2013), quienes concluyen que el valor significativo de podcasts en la enseñanza facilita el aprendizaje autónomo del estudiante, a su propio ritmo, así como fomenta la participación activa.

Además, el trabajo en equipo utilizando el ABP implica dejar de lado la enseñanza mecánica y memorística para enfocarla hacia metodologías de trabajo donde las actividades se planteen como retos y no como asignaciones descontextualizadas de los objetivos de la asignatura. Todo ello, a partir de un enfoque interdisciplinario e incentivando el trabajo cooperativo de los estudiantes.

Resulta oportuno, mencionar a la motivación, como un elemento importante para el estudio de la ciencia. Según Ausín et al. (2016), Han et al. (2014) y el BIE (Buck Institute for Education), consideran que la experiencia de aplicación de la metodología ABP, ya sea mediada por tecnologías o con el planteamiento de una situación problema, generan motivación en los estudiantes, estimulando en ellos un



aprendizaje autodirigido, con conocimientos combinados y flexibles, con una conexión con el mundo real.

Todo esto, se pudo evidenciar en el desarrollo del proyecto “La energía que mueve a Palmitas”, en el cual se realizó el análisis de los seis principios de la TASC, con las características esenciales del ABP, a partir de la integración de las diversas actividades que hacían alusión a cada uno de ellos. Los resultados mostraron que los estudiantes alcanzaron una visión más crítica y reflexiva en relación con el aprendizaje del concepto de energía; logrando, además un progreso significativo en la adquisición de habilidades, destrezas e integración de conocimientos teóricos y prácticos.

En la tabla 1, se relacionan las actividades planteadas en el proyecto con 6 de los 11 principios que plantea de Moreira en la Teoría Crítica.

Tabla 1
Actividades planteadas en el proyecto

PRINCIPIOS TASC	ACTIVIDADES
1. Principio del conocimiento previo	Instrumento de indagación de ideas previas
2. Principio de la interacción social y del cuestionamiento	Encuesta “Talentos y pasiones” Juego tingo – tango
4. Principio del aprendiz como perceptor/representador	Maquetación Aplicaciones Mit App inventor
5. Principio del conocimiento como lenguaje	Socialización Evaluación Formativa Instrumento de indagación de ideas previas “La energía que mueve al mundo” Entrevista final “La energía que a palmitas” Aplicaciones desarrolladas
10. Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza.	Conformación de grupos, roles. Carrera de observación Presentaciones en power point, videos motivacionales. Maquetación Socialización Producto final
11. Principio del abandono de la narrativa. De dejar que el alumno hable	Instrumento de indagación de ideas previas “La energía que mueve al mundo” Evaluación formativa Socialización

Fuente: Elaboración propia (2018)



Consideraciones finales

Es importante resaltar, que la implementación de la estrategia metodológica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el aula de clase necesariamente debe estar orientada por un referente teórico que le de soporte y sustento, en este caso se fundamentó desde el Aprendizaje Significativo Crítico, con el uso de herramientas metodológicas aportadas por los docentes, como lo fue, la implementación de la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC).

Esta investigación permitió abordar la enseñanza del concepto de Energía en el aula de clase, siguiendo las características planteadas por el BIE (2015) para la elaboración de un proyecto a partir del diseño de una aplicación como producto final, la cual permitió el desarrollo de las habilidades necesarias, que deben poseer los estudiantes para del siglo XXI, como la creatividad, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, apropiación de las herramientas tecnológicas, el manejo de la información, la comunicación y el trabajo colaborativo.

Asimismo, los resultados de esta investigación sugieren que la implementación de la estrategia metodológica ABP en la enseñanza transdisciplinaria, es altamente pertinente para propiciar un aprendizaje significativo de conceptos, así como para favorecer en los estudiantes la adquisición de habilidades y la relación con su contexto cercano.

En este sentido, la implementación de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico en esta propuesta didáctica permitió brindarle un referente teórico a ésta estrategia, además, la elaboración de las aplicaciones realizadas por los estudiantes fueron elaboración propia de cada grupo, convirtiéndose en una actividad crítica y reflexiva para ellos, quienes adquirieron una mejor comprensión del concepto de energía relacionado en la física, la química y la biología.

Hechas las consideraciones anteriores, se tomaron los aportes dados por los casos escogidos en la investigación con respecto a las ventajas del trabajo por proyectos, manifestaron que permitió la relación de conceptos con áreas como la tecnología y las ciencias naturales, además, generó en ellos la capacidad de crear, desarrollar, imaginar, saber expresarse en un público. Igualmente, comentaron que el trabajo en equipo permite a los estudiantes ser líderes y brindar aportes e ideas en el grupo.



Sin embargo, algunos estudiantes manifestaron desventajas en el trabajo por proyectos, a muchos de ellos se les dificultó ponerse de acuerdo con los demás compañeros, ya que, no presentaban los mismos gustos y opiniones, a otros les daba pena aportar, otros argumentaron que así tuvieran diferencias entre ellos, lograban resolver los conflictos a partir de la comunicación.

En este sentido, los docentes colaboradores manifestaron que el ABP es una buena alternativa en el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que les permite una mayor participación a los estudiantes, teniendo más autonomía o sea capacidad en la toma de decisiones, permitiendo integrar varios temas o áreas, con acontecimientos en tiempo real, generando un aprendizaje más concreto, activo y práctico.

Referencias bibliográficas

- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V., & Hortigüela, D. (2016). "Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC: Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias". *Formación universitaria*, 9(3), 31-38.
- Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Nueva York, Holt, Rinehart and Winston. Trad. españ. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Mexico, Trillas, 1983.
- Bañas S., Mellado J. y Ruiz M. (2003). "Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura". *Campo Abierto*, 24, 99-126.
- Buck Institute for Education (BIE). <http://www.bie.org>
- Doménech, J., Gil, P., Gras, A.; Guisasaola, G.; Martínez, J.; Salinas, J.; Trumper, R. y Valdés, P. (2003). "La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20 (3), pp. 285-310. *Florianópolis*: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Dreyfus B., Geller B., Gouvea J., Sawtelle V., Turpen C. and Redish E. (2014). "Ontological metaphors for negative energy in an interdisciplinary context". *Physics Education Research*, 10(020108).
- El ABC del ABP (2021). <https://www.educ.ar › recursos › el-abc-del-abp>.
- Goodhew, L. y Robertson, A. (2016). "Exploring the role of content knowledge in responsive teaching, in 2016" *Physics Education Research Conference Proceedings*, edited by D. L. Jones, L. Ding, and A. Traxler (Sacramento, CA: AIP), p. 272-275.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M., & Capraro, R. (2014). "In-service Teachers' Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning". *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 63-76.



- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Volumen 5. Parte 1. Editorial McGraw-Hill. México. 6ta edición.
- Langbeheim, E. (2015). "A project-based course on Newton's laws for talented junior high-school students". *Physics Education*, 50(4), 410–415.
- Larmer J., and Mergendoller J. (2015). "Why We Changed Our Model of the 8 Essential Elements of PBL". Buck Institute for Education.
- Latorre, A.; Rincon, D. y Arnal. J. (1996): *Bases metodológicas de la Investigación Educativa*. Barcelona-España. Hurtado Editores
- Martín, C., Prieto, T. y Jiménez, M. (2013). "Algunas creencias del profesorado de ciencias en formación sobre la enseñanza de la problemática de la energía". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Número Extraordinario), pp.649-663.
- Moreira, M. A. (2005). "Aprendizaje significativo crítico". *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, núm. 6, pp. 83-102.
- Moreira, M. A. (2010). "Aprendizaje significativo crítico". *Versión revisada y extendida de la conferencia Publicada en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*, pp. 33-45. Traducción de Ileana Greca y María Luz pp. 1-25.
- Poggi, V., Miceli, C. & Testa, I. (2017). Teaching energy using an integrated science approach. *Physics Education*, 52, pp.1-9.
- Pontes P., A. (2000). "Aprendizaje reflexivo y enseñanza de la energía: una propuesta metodológica". *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 25, pp. 80-94. Barcelona.
- Postman, N. & Weingartner, Ch. (1969). "Teaching as a subversive activity". *New York: Dell Publishing Co.* 219p.
- Ruikar, K., y P. Demian, (2013). "Podcasting to engage industry in project-based learning." *International Journal of Engineering Education*, 29(6), 1410 – 1419
- Sandín, M. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y Tradiciones*. Editorial Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. Madrid-España.
- Stake, R.E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Eds. Morata S. L.
- Solbes, J. y Tarin, F. (1998). "Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía". *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3).