

Actividad experimental exploratoria para potenciar construcciones conceptuales sobre la energía y su transformación/convertibilidad¹

Elizabeth Hoyos Barrios*

Astrid Johanna Martínez Jiménez**

*Licenciatura en Pedagogía
Infantil. Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia,
sisibh294@gmail.com.
<https://orcid.org/0000-0002-8625-9130>

**Licenciatura en Pedagogía
Infantil. Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia,
jhoanamartinez2009@gmail.com.
<https://orcid.org/0000-0002-2946-228X>

Cómo citar este artículo:

Hoyos Barrios, E., & Martínez
Jiménez, A. J. (2025). Actividad
experimental exploratoria para
potenciar construcciones
conceptuales sobre la energía y su
transformación/convertibilidad.
Cuadernos Pedagógicos, 27(39), 1-
15.
[https://revistas.udea.edu.co/index
.php/cp/article/view/359265](https://revistas.udea.edu.co/index.php/cp/article/view/359265)

Resumen

El presente artículo se fundamenta en una propuesta pedagógica basada en la actividad experimental exploratoria y en una perspectiva de ciencia que obedece a una construcción histórica y social; un sistema cultural, tal como lo propone Yehuda Elkana (1983). Bajo este enfoque de ciencia, se da una mirada a la experimentación y su vínculo con la idiosincrasia de los sujetos que la realizan, para potenciar construcciones conceptuales y la comprensión de la energía y su convertibilidad en los niños del grado tercero de primaria de la Institución Educativa Alberto Lebrún Múnera del municipio de Bello, Antioquia. La propuesta pedagógica se desarrolló a partir de un enfoque cualitativo, bajo la modalidad de estudio de caso instrumental con énfasis interpretativo. La experimentación exploratoria y los instrumentos se convirtieron en un puente entre los saberes previos de los niños, sus experiencias y sus nuevas hipótesis. A partir de lo observado y manipulado, los estudiantes construyeron saber sobre la energía y su convertibilidad, comprendiendo que la ciencia es una construcción humana.

Palabras Clave

Ciencia; energía; transformación; construcción conceptual; experimentación exploratoria.

Exploratory experimental activity to enhance conceptual constructions about energy and its transformation/convertibility

Abstract

The present article is based on a pedagogical proposal rooted on exploratory experimental activity and a perspective of science that follows a historical and social construction; a cultural system, as proposed by Yehuda Elkana (2003). Under this scientific approach, the article takes a look at experimentation and its connections with the idiosyncrasy of the subjects performing it, with the aim of enhancing conceptual constructions and the understanding of energy and its convertibility in third-grade children at the Alberto Lebrún Múnera Educational Institution, in the municipality of Bello, Antioquia. The pedagogical proposal was developed from a qualitative approach, using the instrumental case study modality with an interpretive emphasis. The exploratory experimentation, as well as the instruments, became a bridge between the children's prior knowledge, their experiences and their new hypotheses based on what was observed and manipulated; these helped them to build knowledge about energy and its convertibility, understanding that science is a human construction.

Keywords

Science; energy; transformation; conceptual construction; exploratory experimentation.

1. Introducción

Este artículo se plantea a partir de la visión de ciencia que se ha ido tejiendo en las escuelas y se ha convertido en el sustrato de la praxis pedagógica y la enseñanza de las ciencias naturales. Se trata de una visión sesgada, dominada por la retórica de las conclusiones o de la ciencia definitiva (Duschl, 1995) y por la enseñanza de los productos científicos (Ayala, 2006); una visión ahistórica, en la que no se tiene en cuenta los contextos, las revoluciones ni los cambios de paradigma en la generación del conocimiento científico.

La investigación surge de la necesidad de propender por una visión de ciencia que posibilite una educación científica que potencie el pensamiento crítico y una formación para la acción y la crítica (Hodson, 2003; Moreira, 2005). Se trata de entender la ciencia como una actividad humana “mediante la cual se pretende aportar diferentes relatos y explicaciones que constituyen o construyen el sentido de los sujetos que conocen” (Romero-Chacón, 2013, p. 74); como constructora de sentidos, un sistema cultural y una construcción histórica (Elkana, 1983).

La visión de ciencia que se adopta en este trabajo se articula con una comprensión de la experimentación vinculada a la idiosincrasia de los sujetos que la realizan, diferente a la concepción tradicional que la reduce a un recetario, para aprobar o refutar una idea o hipótesis. En esta visión tradicional, la experimentación es un instrumento centrado en el docente, quien plantea el problema y los resuelve; convirtiéndose en un ejemplo para usar el método científico, y promover una visión sesgada de la ciencia y una imagen empiro-positivista. Desde esta perspectiva, la experimentación no se considera como una posibilidad para construir conocimiento, sino como una práctica que separa la teoría de la actividad experimental, y el trabajo práctico de la construcción y comprensión conceptual.

Se pretende transformar esta concepción y abordar la experimentación de manera interdependiente y articulada con la actividad de construcción conceptual reconociendo, como lo proponen Ferreirós y Ordóñez (2002), su “autonomía relativa” (p.17). Esta debe estar acompañada de la reflexión y del papel activo del estudiante en el proceso de construcción y representación conceptual, comprendiendo la actividad experimental exploratoria como una posibilidad para otorgar significado de acuerdo con lo que se observa y a la experiencia.

La investigación también surge de la necesidad de abordar la actividad experimental a través de instrumentos, reconociéndolos como herramientas poderosas para realizar procesos de modelización y conceptualización. En particular, la propuesta se plantea a partir de las dificultades que se han presentado en los procesos de aprendizaje y en las construcciones conceptuales de los estudiantes de básica primaria respecto al concepto de energía y su transformación/convertibilidad. Estas dificultades están asociadas, como lo plantea Doménech et al. (2003), a aspectos conceptuales concretos, como la incorrecta interpretación de la energía como un fluido material, la confusión entre fuerza y energía, así como a la

orientación del aprendizaje como cambio conceptual y a “un reduccionismo conceptual” (Doménech et al. 2003, p. 287), en el cual la enseñanza se centra en aspectos netamente teóricos, sin propiciar una comprensión significativa de los conceptos que genere espacios de experimentación, reflexión y debate para la reconstrucción colectiva del conocimiento.

Se busca que los estudiantes reconozcan aspectos referentes a la energía y a su transformación/convertibilidad de manera didáctica, creativa, reflexiva y experimental. Esto se logra al posibilitar nuevas experiencias de aprendizaje significativo, un proceso de modelización mediado por la actividad experimental exploratoria, la manipulación de diversos instrumentos y la resignificación y construcción de los procesos de conceptualización en relación con lo que los estudiantes observan en su cotidianidad.

En esa línea, para el desarrollo de la propuesta, se tuvo en cuenta los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) de ciencias naturales y el hecho de que, a nivel local, en Medellín, no se han realizado investigaciones sobre las dificultades que se tienen en las escuelas al abordar el concepto de energía y los procesos de enseñanza y aprendizaje de la transformación/convertibilidad de esta.

En consonancia, se diseñó una propuesta que permitió explorar los conocimientos comunes de los niños y las niñas y, de forma progresiva, a través de las actividades y situaciones diseñadas con base en la experimentación exploratoria y la manipulación de instrumentos-, construir conceptos sobre la energía y su convertibilidad. Esto fue posible en la medida en la que los estudiantes reconocieron sus propios saberes, en un proceso donde sus contextos, realidades, experiencias y manifestaciones diversas del lenguaje jugaron un importante papel en la configuración de sus formas de pensar, actuar, analizar, representar y comprender.

2. La visión de la ciencia en entornos escolares

En los entornos escolares se entretajan diversas visiones de la ciencia. Algunas son ahistóricas o se reducen a la reproducción del conocimiento construido desconociendo sus antecedentes, las preguntas, los instrumentos utilizados y los hallazgos previos. Otras comprenden a la ciencia como una construcción humana en donde las preguntas, las formas de pensar de los sujetos y sus representaciones del mundo juegan un papel valioso. Duschl (1995) señala que la enseñanza de las ciencias ha estado dominada por lo que se ha llamado la retórica de las conclusiones o ciencia definitiva y la enseñanza de los productos científicos tal y como lo define Ayala (2006), desconociendo los contextos, las revoluciones y los cambios de paradigma que permitieron la construcción del conocimiento científico. Al respecto, Yehuda Elkana (1983) plantea que:

La ciencia está construida históricamente, ella está sometida a estándares de juicio históricamente definidos. Por lo demás, ella puede ser cuestionada,

discutida, afirmada, formalizada, enseñada, y por, sobre todo, varía en forma extrema de una persona a otra; puede, en algunos puntos, variar de una disciplina a otra, y varía sin duda en forma extrema de una época a otra. (p. 3)

La anterior perspectiva postula a la ciencia como una construcción humana, llena de sentidos, transformaciones, incertidumbres, construcciones y deconstrucciones. A la luz de esa imagen de ciencia, se aboga por su enseñanza de manera contextualizada, crítica y participativa, tal y como lo plantean Hodson (2003) y Moreira (2005), posibilitando una formación sociopolítica para la toma de decisiones informadas y responsables en los entornos que se habitan. En este sentido, la enseñanza de las ciencias permite fomentar el pensamiento crítico y la argumentación.

En la misma línea, Tamayo y Orrego (2009) señala que la educación científica debe posibilitar la apropiación crítica del conocimiento científico. Es por ello que la enseñanza de las ciencias debe tomar distancia de la concepción de ciencia definitiva y permitir que los estudiantes produzcan conocimiento, piensen por sí mismos y otorguen sentido a sus saberes previos y a los nuevos adquiridos en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Lo anterior invita a reflexionar sobre la Naturaleza de las Ciencias (NdC), comprendiendo que son un producto de la actividad humana para entender el funcionamiento del mundo natural y “pretenden aportar diferentes relatos y explicaciones que constituyen o construyen el sentido de los sujetos que conocen” (Romero-Chacón, 2013, p. 75). En otras palabras, la ciencia es un tejido de sentidos y de explicaciones, más no de verdades absolutas o definitivas; explicaciones que se transforman a lo largo del tiempo.

2.1 Relación teorización-experimentación

Es importante reflexionar sobre la concepción y el rol de la experimentación en el aula de acuerdo con la teorización y la producción de conocimiento. Segura (1993) plantea que la experimentación en el aula obedece a dos tipos de consideraciones:

Un énfasis disciplinar fundamentado en el supuesto de que es la instancia empírica la que permite demostrar o corroborar de forma incontrovertible y limpia la validez de los enunciados teóricos y un énfasis didáctico con el cual se parte de las concepciones alternativas (preconceptos) que tienen los estudiantes sobre determinados fenómenos y se pretende constatar, a partir de la contrastación empírica, lo equivocados que estaban. (Segura, 1993, como se citó en Romero-Chacón, 2013, p. 77)

La actividad experimental en las clases de ciencias naturales suele centrarse en los docentes, quienes dirigen la actividad y, en la mayoría de los casos, resuelven los problemas o proponen la experimentación únicamente como un medio de verificación de la teoría, de manera que el trabajo práctico tiene poco impacto en la

comprensión conceptual del estudiante. Esta situación genera en los estudiantes rechazo hacia las guías tipo *receta de cocina* y hacia su escasa participación en los procesos de experimentación (Hodson, 1994). Este enfoque promueve una visión empírico positivista de la ciencia, en la que la experimentación se concibe separada de la teoría y el experimento se asume como una forma de validación.

En contraste, se invita a transformar el carácter instrumental de la enseñanza de las ciencias y a pensar la actividad experimental, como lo sugiere Romero-Chacón (2013), de manera interdependiente y articulada con la actividad de construcción conceptual, pues está estrechamente relacionada con los procesos de teorización y la construcción de saber. De esta manera, de acuerdo con Ferreirós y Ordoñez (2002), se desdibuja el teoreticismo que es la tendencia a privilegiar los aspectos teóricos del conocimiento por encima de cualquier otro de sus rasgos, de modo que toda la actividad científica es interpretada desde la elaboración conceptual y la teorización. Correlativamente, lo empírico tiende a ser considerado como algo marginal, los resultados experimentales son objeto de una simplificación y estilización sistemática, y los procesos propios de la actividad experimental desaparecen de la reflexión metodológica.

Frente a esto, Malagón Sánchez (2002) plantea que la relación entre experimento y teoría es dinámica y recíproca, ya que ambos se influyen mutuamente. En este caso, la experimentación posibilita la teorización porque otorga a los estudiantes la oportunidad de participar activamente en la construcción de conocimientos y comprender los procesos mediante los cuales estos se generan.

Desde esta perspectiva de la experimentación, en relación dialógica con la teoría, se reconoce el valor de la experimentación exploratoria. Esta es pertinente para abordar el concepto de la convertibilidad de la energía con estudiantes de tercer grado, ya que estos niños y niñas tienen unas ideas sobre este fenómeno, construidas a partir de la información que obtienen en su interacción con el entorno.

2.2 Experimentación exploratoria

La actividad experimental exploratoria se comprende como aquella que:

Se encuentra principalmente en las primeras fases de desarrollo de una ciencia, cuando se está muy lejos de conceptos y principios teóricos bien desarrollados y adecuados. Siempre que se encuentra un nuevo dispositivo experimental, y más aún cuando se inventa algún nuevo instrumento, tiene lugar una intensa actividad de carácter exploratorio. Se trata simplemente de probar lo que puede hacerse con el nuevo experimento o dispositivo, de variar las circunstancias imaginativamente y ver qué pasa. (Ferreirós y Ordoñez, 2002, p. 65)

La actividad experimental exploratoria permite preguntar, elaborar hipótesis, relacionar lo que se observa con la cotidianidad, jugar con las variables y reconocer

el conocimiento común para construir conceptualizaciones, además, permite la comprensión del carácter sociocultural del proceso científico. A propósito, Steinle (1997) sostiene que la experimentación exploratoria aporta a la configuración de nuevos conceptos y al desarrollo de nuevas perspectivas explicativas, al permitir que los estudiantes articulen sus conocimientos comunes, ideas previas, observaciones y experiencias de interacción con los entornos que habitan, así como la manipulación de instrumentos. Todo esto enriquece sus construcciones conceptuales, explicaciones y comprensiones, en este caso, sobre la convertibilidad de la energía.

2.3 El concepto de energía; sus procesos de enseñanza- aprendizaje

Para este trabajo, en particular, se ha seleccionado el concepto de energía porque resulta atrayente desde los primeros grados y está presente en los fenómenos energéticos que los niños y las niñas observan en su cotidianidad (hidroeléctricas, la energía eléctrica de sus hogares, los rayos, la energía solar). El concepto de energía nos permite no solo comprender el funcionamiento de algunas máquinas con las que interactuamos día a día, sino también lo que sucede en nuestro cuerpo cuando nos alimentamos, nos movemos o realizamos nuestras actividades diarias. Además, como lo postula Doménech et al. (2003), posibilita “la adquisición de pautas de comportamiento ante los problemas ambientales y desequilibrios sociales que caracterizan la actual situación de emergencia planetaria” (p. 286).

El concepto de energía hace parte de los contenidos curriculares en el área de ciencias naturales que permite a los estudiantes interpretar fenómenos cotidianos, relacionar lo que observan con sus conceptualizaciones, construir y manipular diversos instrumentos para enriquecer sus ideas, argumentos y posiciones. En este punto, su enseñanza favorece la actividad experimental exploratoria porque lleva a los estudiantes a retomar sus conocimientos comunes y saberes previos, proponer hipótesis vinculando sus experiencias cotidianas con la manipulación de los instrumentos y compartir ideas con sus compañeros para enriquecer sus procesos de conceptualización. Además, el análisis de una amplia gama de cuestiones socio científicas relacionadas con la energía favorece el pensamiento crítico y responsable, actualmente demandado para una alfabetización científica básica.

Sin embargo, la enseñanza del concepto de energía en los entornos escolares ha estado acompañada de una serie de dificultades relacionadas con su comprensión por parte de los estudiantes, a quienes los enfoques de enseñanza les resultan abstractos respecto a los procesos y fenómenos energéticos. De acuerdo con Pintó (2004), la enseñanza del concepto de energía en las escuelas se asienta en tres tipos de enfoques: (1) energía como capacidad para realizar trabajo, (2) energía como capacidad para producir cambios y (3) energía como propiedad asociada a cada estado del sistema. Frente a este panorama, Liu y McKeough (2005) y Nordine, Krajcik y Fortus (2011) contemplan la importancia de establecer diferentes niveles para introducir progresivamente el concepto, desde una perspectiva intuitiva hasta

otra más abstracta, contextualizando la enseñanza con la cotidianidad de los estudiantes.

Doménech et al. (2003) plantea que gran parte de las investigaciones sobre procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto de energía se centran en aspectos conceptuales concretos, por ejemplo, la incorrecta interpretación de la energía como un fluido material, la confusión entre fuerza y energía, etc. Se trata, en general, de investigaciones asociadas a una orientación del aprendizaje como cambio conceptual y a “un reduccionismo conceptual” (Doménech et al., 2003, p. 287), en el cual la enseñanza se centra en aspectos netamente conceptuales y en la teorización. Al respecto, Duschl y Gitomer (1991) defienden que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear la enseñanza de las ciencias como una actividad, próxima a la investigación científica, que integre los aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos, generando espacios para la reflexión y el debate, en donde los estudiantes sean participantes activos en la reconstrucción del conocimiento.

3. Método

La investigación se enmarca en el enfoque cualitativo, entendido como una posibilidad de transformación social y de comprensión de problemáticas que se pueden gestar en las dinámicas sociales y, en este caso, en las prácticas educativas. Permite conocer, entender e interpretar distintas realidades y construir conocimiento a través de y sobre estas. Como lo plantea Hernández et al. (2014), en la investigación cualitativa se utiliza la recolección y análisis de datos para afinar preguntas de investigación o revelar nuevos interrogantes mediante la interrelación de los hechos y su interpretación. Además, según Hernández et al. (2014), el investigador realiza un proceso de inmersión en el campo para:

Sensibilizarse con el ambiente o entorno en el cual se llevará a cabo el estudio, identificar informantes que aporten datos y lo guíen por el lugar; adentrarse y compenetrarse con la situación de investigación, además de verificar la factibilidad del estudio. (p. 8)

A su vez, la investigación cualitativa permite rescatar la subjetividad de los participantes, sus vivencias, voces y puntos de vista. Dicho esto, el trabajo metodológico que contribuye a reflexionar sobre el concepto de energía desde una mirada sociocultural de la ciencia se consolida a través de una propuesta didáctica que consta de cinco talleres teórico-prácticos. Dicha propuesta es entendida, desde la perspectiva de Ibáñez (1992), como la interrelación de todos los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con una coherencia metodológica y con un periodo de tiempo determinado, en el diseño de diferentes actividades que permiten alcanzar los objetivos de aprendizaje. Según Escamilla (1993), es “una planificación en torno a un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad a la enseñanza y el aprendizaje” (p.39). En esta perspectiva, el estudiante asume un papel activo en la construcción y resignificación del conocimiento vinculando sus

saberes, experiencias, contextos y acervo cultural. El docente se reconoce como un actor del proceso educativo:

Con habilidades para guiar y encauzar a los alumnos, para que ellos generen su propio aprendizaje, de ahí que hoy en día se le atribuye al quehacer docente actividades como tutoría, enseñanza, guía, investigación, administración, certificación del aprendizaje, desarrollo e incorporación de nuevas estrategias que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje. (González, 2005, como se citó en Márquez Vásquez et al, 2008, p.68)

Esta propuesta se llevó a cabo con 30 estudiantes de grado tercero de la Institución Educativa Alberto Lebrún Múnera, en el municipio de Bello, Antioquia. En cada uno de los talleres se privilegiaron reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias, centradas en el proceso disciplinar de la convertibilidad de la energía, la relación entre la actividad experimental y la construcción de teorías, y el papel de los instrumentos. El objetivo fue que los estudiantes, a partir de la experimentación exploratoria, construyeran diferentes modelizaciones para explicar qué es la energía y cómo se transforma/convierte. Los procesos de transformación de energía son los siguientes:

- Energía solar en energía calórica.
- Energía química en energía lumínica.
- Energía lumínica en energía calórica.
- Energía potencial en energía eléctrica.

4. Resultados

La información registrada durante las experiencias educativas (Tabla 1) se ha organizado en las siguientes categorías de análisis:

- Relación teorización-experimentación exploratoria.
- Papel de los instrumentos en la construcción de conocimiento.
- Rol de la modelización en la construcción de conocimiento sobre la convertibilidad de la energía.

Tabla 1. Experiencias Educativas

Experiencia Educativa	Objetivos
Experiencia educativa 1. Derritiendo Chocolate. Energía solar en energía calórica	Explorar los saberes previos y los conocimientos comunes de los estudiantes sobre la energía, la energía solar y el calor. Analizar cómo algunas de las concepciones de los estudiantes sobre el calor y la energía encuentran similitudes con las explicaciones dadas en la antigüedad. Elaborar un artefacto /instrumento para analizar los efectos de la energía calórica en diferentes materiales. Comprender el papel de los instrumentos como indicadores más sensibles que la piel en la detección de ciertos fenómenos.
Experiencia educativa 2. Experimentemos con el sol.	Identificar al sol como fuente de energía limpia y renovable. Construir un artefacto/instrumento que permita identificar los

Energía lumínica en energía calorífica

materiales que pueden absorber energía calorífica.

Analizar las relaciones que establecen los estudiantes entre los materiales conductores y aislantes de energía, con lo que observan en su cotidianidad.

Reflexionar sobre el papel de los instrumentos como medio que posibilita la comprensión de algunos fenómenos relacionados con la energía.

Experiencia educativa 3. Encendamos bombillas.**Energía química en energía lumínica**

Analizar y explorar cómo la energía química se convierte en energía lumínica.

Explorar los conocimientos comunes y los saberes previos de los estudiantes sobre la energía lumínica, así como la energía eléctrica y su relación con lo que observan en su cotidianidad y en sus hogares.

Analizar las reflexiones de los estudiantes frente a la relación del fenómeno eléctrico y los problemas sociales.

Experiencia educativa 4. ¿Y qué pasa con Hidroituango?**Energía potencial en energía eléctrica**

Nota: De forma previa, se solicitó a los estudiantes que consultaran con sus parientes o en diversas fuentes de información sobre Hidroituango y la situación de Ituango.

Reconocer la energía potencial (hidráulica) como fuente de energía renovable, profundizando en el tipo de energía que se produce en una central hidroeléctrica y en el funcionamiento de esta.

Analizar las reflexiones de los estudiantes sobre los impactos ambientales y sociales de las hidroeléctricas, especialmente de Hidroituango.

Experiencia educativa 5. Experimentemos con la energía.**Diversas transformaciones de la energía**

Reflexionar sobre el papel de los instrumentos como medio que posibilita la comprensión de algunos fenómenos relacionados con la energía.

Analizar las modelizaciones que realizan los estudiantes para explicar la transformación/convertibilidad de la energía.

4.1 Relación teorización-experimentación exploratoria

La experimentación exploratoria se convirtió en un puente y en un motor que permitió a los estudiantes formular hipótesis para dar respuesta a los diferentes retos y cuestionamientos que se les presentaron. Estas respuestas fueron asertivas al establecer relaciones entre sus saberes previos, su conocimiento común y la teorización que se ha construido, a lo largo de la historia, sobre la energía y su convertibilidad. Muestra de ello fueron las asociaciones que realizaron respecto a los materiales utilizados en los diferentes talleres, como en la experiencia educativa 1: Derretiendo chocolate. Energía solar en energía calorífica; en donde la mayoría de los estudiantes vincularon el color de la cartulina y el papel aluminio con la capacidad de absorber el calor del sol. Así se evidencia en el siguiente diálogo:

- Maestra: ¿cuéntenme por qué usaron esos materiales?
- Estudiante 1: usamos la cartulina negra porque esta permite guardar mejor el calor del sol.
- Estudiante 2: y el papel aluminio es porque absorbe muy bien el calor del sol. Cuando mi mamá me empaca los sándwiches en papel aluminio, a la hora del descanso están calientes; entonces, entre más papel aluminio usemos, nuestro artefacto derretirá más fácil los chocolates.

En este diálogo se observa la conexión que realizaron con su cotidianidad y experiencias previas para acercarse a la teorización y comprensión de los fenómenos físicos o de las situaciones que observaron en retos como la absorción de calor en diferentes materiales. A su vez, el uso de la experimentación exploratoria les brindó la posibilidad de explorar diferentes estrategias para resolver las situaciones problema planteadas, pues no existía un único camino o una única manera de solucionarlas. De eso se trata la ciencia, de una construcción humana constante, en donde no hay verdades absolutas. Estos diferentes caminos se pueden hacer evidentes en las construcciones que cada equipo realizó en cada taller, como se presenta en la Figura 1.

Figura 1

Construcciones diversas de un artefacto que derrita chocolate con el sol



Las imágenes anteriores invitan a reflexionar sobre las potencialidades de la experimentación exploratoria. Esta fortalece la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo, y demuestra que no hay una sola manera de hacer ciencia. Además, convoca a reflexionar sobre el uso de la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales porque no es un recetario o una serie de pasos que se deben seguir fielmente para comprobar, demostrar o refutar una teoría; sino que es una manera de construir conocimiento, de acercarnos a él, de pensar y generar un encuentro entre diversas perspectivas. Al respecto, es importante resaltar lo que plantea Ruiz Molina et al. (2021) sobre la actividad experimental exploratoria, quien la concibe como “aquella que no dispone de un marco conceptual establecido, sino que propicia las condiciones para la creación del conocimiento” (p. 1857). Su objetivo no es comprobar una teoría, sino movilizar los procesos de construcción conceptual que se nutran de diferentes puntos de vista y experiencias. En el marco de esta investigación, la experimentación exploratoria no se asumió desde una visión

instrumentalista, al contrario, esta fue leída como una potencialidad que transformó a los estudiantes en sujetos activos, con la posibilidad de argumentar y debatir los resultados en relación con sus experiencias, observaciones y acervo cultural permitiendo, como lo plantea Hodson (1994), la construcción social de explicaciones.

4.2 Papel de los instrumentos en la construcción de conocimiento

La construcción y la manipulación de instrumentos desempeñaron un papel valioso en la construcción de conocimiento, no solo sobre la energía y su convertibilidad, sino también sobre la ciencia entendida como una construcción social, contextualizada y enriquecida por diferentes miradas.

Al inicio de los talleres la mayoría de los estudiantes asociaban el concepto de energía con la electricidad. En la medida en que elaboraron y manipularon instrumentos, como un artefacto capaz de derretir chocolate con luz solar, el radiómetro y un circuito eléctrico sencillo, las nociones de energía y su convertibilidad fueron enriqueciéndose y teniendo transformaciones que posibilitaron que los estudiantes comprendieran mejor lo que observaban día a día en sus entornos.

Los instrumentos facilitaron: el establecimiento de nuevas relaciones entre la energía y sus diferentes fuentes (sol, agua, alimentos, baterías, luz); la conexión entre saberes previos, saberes escolares y conocimiento científico; la construcción social del conocimiento; la vinculación de la actividad experimental, la construcción de conocimiento y la historia; el fortalecimiento del pensamiento creativo y el pensamiento crítico en la diversificación de respuestas para encontrar soluciones posibles a una situación problema mediante el trabajo cooperativo; la comprensión de la ciencia como una construcción social en la que intervienen diferentes formas de pensar, comprender, proponer y comunicar; el juego con variables (uso de materiales, distancia entre el objeto y la fuente de energía, ubicación de los materiales), a partir de sus hipótesis; y la elaboración de modelizaciones para argumentar sus respuestas.

4.3 Rol de la modelización en la construcción de conocimiento sobre la convertibilidad de la energía

Al igual que la construcción de instrumentos, la modelización permitió a los estudiantes, no solo construir conocimiento sobre la convertibilidad y la energía, sino también representar sus procesos de pensamiento, fundamentar sus argumentos y esquematizar las ideas que respaldaban sus hipótesis. Al modelar, tejieron relaciones entre sus experiencias, sus conocimientos comunes, lo vivenciado en los talleres, el conocimiento científico y el conocimiento científico escolar. Al realizar los modelos (incluso los mismos instrumentos se convirtieron en modelos), los estudiantes tuvieron la oportunidad de ampliar sus concepciones y establecer nuevas relaciones entre las transformaciones de la energía y los sistemas que las representaron.

5. Conclusiones

El uso y la construcción de instrumentos facilitaron la comprensión del concepto de energía y de su convertibilidad. Además, posibilitaron fundamentar el conocimiento científico escolar, pues, retomando el postulado de Leal y Cabrera (2021) permiten “medir las propiedades de un fenómeno, representar diferentes formas de aproximación al conocimiento escolar construido y crear nuevos sentidos y realidades para los estudiantes” (p. 1). A la vez, se fomentó el pensamiento creativo, el pensamiento crítico, los procesos de modelización y el trabajo cooperativo entre los estudiantes.

La experimentación exploratoria se convirtió en una posibilidad para tejer puentes entre los conocimientos comunes de los estudiantes, la construcción social del conocimiento científico y los procesos de modelización, entendiéndose como un proceso de abstracción que fortalece los procesos de pensamiento de los estudiantes: proponer, debatir, argumentar y establecer nuevas relaciones y principios entre los modelos y la energía.

Por último, es necesario repensar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la física desde la comprensión de la ciencia como una construcción en la que influyen los contextos, revoluciones, diferentes posturas y cambios de paradigmas en la generación del conocimiento científico. Además, es menester una resignificación de la experimentación en el aula como una estrategia para movilizar los procesos de pensamiento y tender puentes entre el saber escolar, el conocimiento científico y el acervo cultural de los estudiantes. Esta resignificación también implica reconocer la importancia de elaborar y usar instrumentos como mediadores en la transición del saber escolar al saber científico, así como en la construcción conjunta de este último.

Nota

1. El presente artículo fue asesorado por la profesora Paula Amelines y es producto del proyecto *Una propuesta pedagógica fundamentada en la actividad experimental exploratoria para potenciar construcciones conceptuales sobre la energía y su transformación/convertibilidad*. Semillero Almagesto, Grupo de Investigación Estudios Culturales sobre la Ciencia y su Enseñanza (ECCE).

6. Referencias bibliográficas

- Ayala, M. M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos: Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. *Pro-Posições*, 17(49), 19–37.
- Doménech, J. L., Pérez, D. G., Gras-Martí, A., Guisasola Aranzabal, J., Martínez-Torregrosa, J. M., Salinas, J., Trumper, R. & Valdés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3), 285–311. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6527>

- Duschl, R. (1995). Más allá del conocimiento: Los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(1), 3-14. <https://www.researchgate.net/publication/39077114>
- Duschl, R. A., & Gitomer, D. H. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: Implications for educational practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 839–858. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280909>
- Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. *Boletín de la Sociedad Colombiana de Epistemología*, (3), 65-80.
- Escamilla, Amparo (1993). *Unidades didácticas: una propuesta de trabajo en el aula*. Edel Vives.
- Ferreirós, J., & Ordóñez, J. (2002). *La autonomía de la ciencia: Ensayos de historia y filosofía de la ciencia*. Alianza Editorial.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370>
- Ibáñez, (1992). *Unidad didáctica: la interrelación de todos los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje con coherencia metodológica interna y en un periodo de tiempo determinado*. (Studocu). CEU San Pablo.
- Leal Castro, A., & Cabrera Castillo, H. G. (2021). Del papel de los instrumentos científicos en la enseñanza de las ciencias. una propuesta de enseñanza de la radioactividad "diseño de una propuesta de enseñanza de la radioactividad a partir del uso de instrumentos científicos (avances)". *Bio-grafía* (Número Extraordinario). <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14878>
- Liu, X., & McKeough, A. (2005). Developmental growth in students' concept of energy: Analysis of selected items from the TIMSS database. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 493–517. <https://doi.org/10.1002/tea.20060>

- Malagón Sánchez, J. F. (2002). Teoría y experimento, una relación dinámica: implicaciones en la enseñanza de la física (Documento inédito). Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Márquez Vázquez, F., López Garduño, L., & Pichardo Cueva, V. (2008). Una propuesta didáctica para el aprendizaje centrado en el estudiante. *Apertura*, 8(8), 66-74.
- Moreira, M. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa. Boletín de Estudios e investigación*, (6), 83-102. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77100606>
- Nordine, J., Krajcik, J., & Fortus, D. (2011). Transforming energy instruction in middle school to support integrated understanding and future learning. *Science Education*, 95(4), 670–699. <https://doi.org/10.1002/sce.20423>
- Pintó, R. (2004). ¿Qué modelo de energía deseamos que construyan nuestros estudiantes de secundaria? *Alambique*, (42), 41-54.
- Romero-Chacón, A. (2013). Reflexiones acerca de la Naturaleza de las ciencias como fundamento de propuestas de enseñanza. El caso de la experimentación en la clase de ciencias. En Romero Chacón, A. E., Henao Sierra, B.L., Barros Martínez, J.F., (Eds.), *La Argumentación en la clase de ciencias. Aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias*. (pp. 71-95). Universidad de Antioquia. https://www.academia.edu/8768849/Reflexiones_acerca_de_la_Naturaleza_de_las_ciencias_como_fundamento_de_propuestas_de_ense%C3%B1anza_El_caso_de_la_experimentaci%C3%B3n_en_la_clase_de_ciencias
- Ruiz Molina, M. M., Cardona López, C. J., & Romero Chacón, Á. E. (2021). La experimentación cualitativa exploratoria y la construcción social de conocimiento. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 1857–1863.
- Steinle, F. (1997). Entering New Fields: Exploratory Uses of Experimentation. *Philosophy of Science*, 64, S65–S74. <http://www.jstor.org/stable/188390>
- Tamayo Alzate, Ó. E., & Orrego C., M. (2009). Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la educación en ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 17(43), 9–25.