

Interacción de las representaciones múltiples en el aprendizaje del concepto "energía" en estudiantes de básica primaria

Interaction of Multiple Representations in Learning the Concept "Energy" in Elementary School Students

Luisa Fernanda López-Salgado¹; Omar David Álvarez-Tamayo²

Cinde – Universidad de Manizales. Manizales, Colombia¹; Grupo de Investigación Cognición y Educación, Manizales, Colombia²

luifer_1290@hotmail.com¹; omardavid.alvarez.tamayo@gmail.com²

Recibido 19/10/2020 – Aceptado 18/02/2021

Para citar este artículo:

López Salgado, L.F. y Álvarez Tamayo, O.D. (2021). Interacción de las representaciones múltiples en el aprendizaje del concepto "energía" en estudiantes de básica primaria. *Revista de Educación en Biología*, 24(2), 36-51.

Resumen

El presente artículo expone resultados de investigación sobre el empleo de las representaciones múltiples en los procesos de aprendizaje de conceptos de Ciencias Naturales en la Escuela Básica Primaria. Se describen los fundamentos de la propuesta y se analizan las construcciones conceptuales en función de sus explicaciones y representaciones, a través de la implementación de una unidad didáctica. La misma posibilita a estudiantes de Educación Básica Primaria la construcción, relación y comprensión de representaciones múltiples en conceptos de ciencia, en nuestro caso en el concepto "energía". La metodología del estudio es de carácter cualitativo descriptivo y los resultados evidencian interacciones, uso de las representaciones múltiples, afinidades y discrepancias emergentes como estrategia didáctica en el aula.

Palabras clave: Aprendizaje; Enseñanza de las ciencias; Representaciones múltiples; Unidades didácticas

Abstract

This article presents research results on the use of multiple representations in the learning processes of Natural Science concepts in elementary school. The fundamentals of the proposal are described and the conceptual constructions are analyzed in terms of their explanations and representations, through the implementation of a didactic unit that enables elementary school students to construct, relate and understand multiple representations in science concepts, in our case the notion of "energy". The methodology of the study is qualitative and descriptive, and the results show interactions, use of

multiple representations, affinities and emerging discrepancies as a teaching strategy in the classroom.

Keywords: Learning; Science Teaching; Multiple Representations; Didactic Units

Introducción

La percepción desempeña un rol importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje, debido a que la interacción de la realidad con la mente de los sujetos se da por medio de los sentidos (Thagard, 2005). Una forma de estimular la percepción son las representaciones múltiples, las cuales también son empleadas en áreas del conocimiento como la Didáctica para desarrollar procesos de enseñanza y aprendizajes eficaces en todos los niveles escolares, desde la Básica Primaria hasta la Educación Superior.

El eje central del estudio del cual se deriva este escrito es cómo interactúan las representaciones múltiples en el aprendizaje del concepto "energía" en estudiantes de Educación Básica Primaria. La investigación abordó dos categorías principales: las representaciones múltiples y el aprendizaje, como nutrientes de la Didáctica de las Ciencias Naturales.

Las representaciones múltiples han sido estudiadas desde diferentes áreas del conocimiento como la Psicología, la Lingüística y la Didáctica (Santamaría, 1989; Carriedo, Moreno, Gutiérrez y García-Madruga, 1998; Tamayo, 2006; Álvarez, 2011). Estudiar el aprendizaje de las Ciencias ha sido preocupación latente de la Didáctica. Intervenir en el aula y lograr desarrollar aprendizajes en estudiantes es una labor de planeación en la que se debe identificar cuál estrategia puede ser potente. En este caso, se prioriza el énfasis en las representaciones múltiples y en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Giordan, 1989; Tamayo y Sanmartí, 2003; Álvarez, 2011; Mazzitelli, Guirado y Chacoma, 2011; Anderson, Schönborn, du Plessis, Gupthar, y Hull, 2013; Clément y Castéra, 2013; Eliam, 2013; Griffard, 2013; Roth y Pozzer – Ardenghi, 2013; Schönborn y Bögeholz, 2013; Tsui y Treagust, 2013; Álvarez, 2014; Álvarez y Muñoz, 2015; Millán, 2016; Álvarez, Álvarez y Chica, 2017; Ocampo y Tamayo, 2018; Romero y Bonilla, 2018).

Lograr el objetivo de conocer la interacción de las representaciones múltiples en el aprendizaje del concepto de energía en estudiantes de Educación Básica Primaria requirió indagar las representaciones iniciales que poseen frente al concepto energía; diseñar y aplicar una Unidad Didáctica (UD) centrada en la interacción de representaciones múltiples que permita el aprendizaje del concepto energía; y analizar la pertinencia de una UD enfocada en la construcción de representaciones múltiples en el aprendizaje del concepto "energía", lo cual condujo a hallazgos en los que se evidencia la eficacia de emplear representaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Las representaciones múltiples en la enseñanza y aprendizaje

En el presente documento se adopta la postura de las ciencias cognitivas que concibe las representaciones como elemento esencial para el almacenamiento de información en el aprendizaje (Álvarez, 2011; Álvarez y Muñoz, 2015; Álvarez et al., 2017). Para Tamayo (2006)

...desde la perspectiva de las ciencias cognitivas, las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior. Podemos representar en nuestra mente algo que percibimos con nuestros sentidos, algo que vemos, olemos o sentimos, como también algo que nos imaginamos. (p. 39).

Para López, Saldarriaga y Tamayo (2007), las representaciones son una construcción de diferentes sistemas de expresión conformados por diversas formas: diagramas, representaciones gráficas, representaciones tridimensionales, notaciones simbólicas, números, entre otras. No todas las personas emplean los mismos sistemas de expresión y de codificación de la información, en consecuencia, los estilos de aprendizaje pueden variar y, por ello, cada docente debe cambiar constantemente los procesos de enseñanza. Innovar es la clave, razón por la cual los diferentes modos de representación son trascendentes en la enseñanza. Tsui y Treagust (2013) exponen que las representaciones empleadas tanto en la enseñanza como en el aprendizaje deben ser abordadas bajo unos lineamientos de conjugación. Las representaciones no deben ir desarticuladas entre sí, sino trabajar en pares, por ejemplo, fotografías – animaciones, dibujos – diagramas, gráficos – diagramas, tablas – ecuaciones, entradas y salidas lingüísticas.

Anderson et al. (2013), afirman que las representaciones son altamente eficaces en los procesos de aula cuando se trabajan articuladas con conceptos específicos de un saber determinado y con un pensamiento que puede ser de corte hipotético – deductivo o tan solo un razonamiento deductivo.

Las representaciones múltiples están clasificadas en dos, internas y externas (figura 1), indispensables en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Tamayo, 2006; Álvarez y Muñoz, 2015; Álvarez et al., 2017), y por ello la necesidad de considerarlas en las actividades de aula.

Las representaciones internas se encuentran alojadas en la mente de las personas (docentes y estudiantes) y se centran en imágenes mentales que son captadas por la percepción (Duval, 2004). Para estructurar las representaciones internas es esencial el rol que desempeña la percepción, ya que los cinco sentidos son el vehículo entre el mundo externo o el contexto y la mente de cada estudiante, donde el pensamiento se empieza a consolidar (Álvarez et al., 2017). Tal y como se evidencia en la figura 1, las representaciones internas están conformadas por: las fantasías, creencias, imágenes, guiones, modelos mentales, nociones, conceptos e ideas. Las representaciones externas son elaboradas por docentes y estudiantes, entre las cuales se encuentran los mapas, dibujos, notaciones simbólicas, diagramas, descripciones, entre otras (ver figura 1). Esta clase de representaciones son las que empleamos para expresar nuestros conocimientos, pensamientos, etc.

Tamayo (2006) afirma que las representaciones externas son empleadas con propósitos netamente comunicativos. Eliam (2013) plantea que el empleo de las representaciones externas, por ejemplo, las imágenes, pueden dificultar el aprendizaje debido a características del estudiantado, complejidad y estructura de la representación, forma del empleo de las representaciones por parte del o la docente al momento de enseñar.

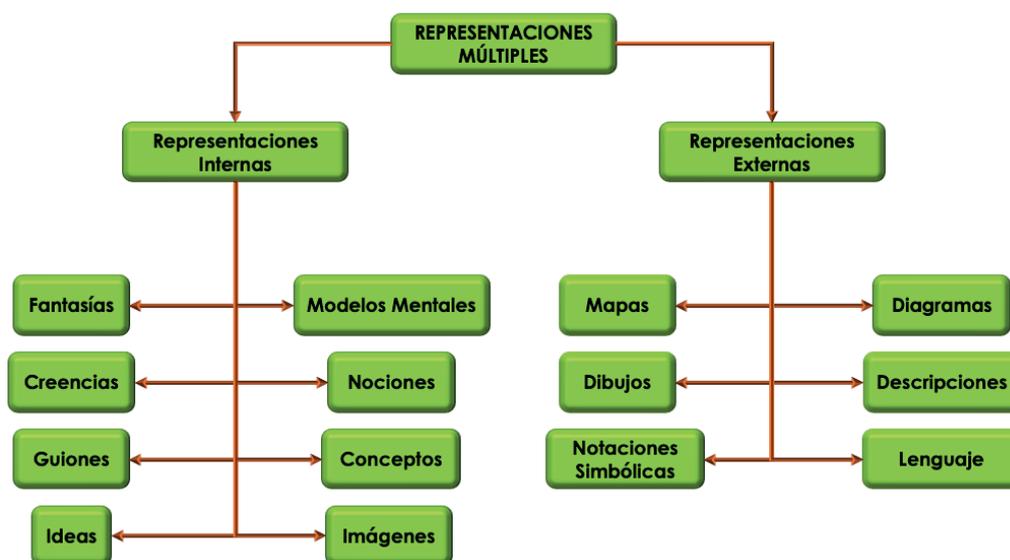


Figura 1. Taxonomía de las representaciones. Figura tomada y modificada de Álvarez y Muñoz (2015)

Es común encontrarse en el aula variedad de textos académicos, cada uno conformado por una gran variedad de representaciones externas, entre las que se encuentran: las representaciones decorativas, ilustrativas, explicativas y comparativas (Roth y Pozzer Ardenghi, 2013). Transformar dichas representaciones externas plasmadas en textos de forma bidimensional a un modelo tridimensional en la mente de la o él estudiante es un trabajo de mucha atención. Cada docente orienta al estudiantado en la estrategia de las representaciones múltiples para que las implementen en sus procesos de estudio, llevando así a un trabajo colaborativo del aprendizaje. (Álvarez, 2014; Álvarez y Muñoz, 2015).

Las realidades de las representaciones múltiples en las aulas

Los procesos de enseñanza requieren de elementos fundamentales como la planeación y la intencionalidad. Las estrategias empleadas por cada docente en el aula deben ser pensadas en forma de proyección que permita predecir posibles dificultades y potenciales resultados que pueda llegar a generar.

Las representaciones deben ser implementadas en el aula como estrategia planeada e intencional, de ese modo, permitir al estudiantado transitar por diferentes representaciones y evitar que se quede estancado en una sola y con ello que al final, más que una actividad aportante a su aprendizaje, se convierta en activismo (Álvarez, 2014; Álvarez et al., 2017). En términos de Duval (2004) y Tamayo (2006), se debe trabajar con diferentes tipologías de representaciones que permitan potenciar el aprendizaje, es decir, el empleo de una representación pictórica como un dibujo, ha de ser transformada en una red semántica

o alguna clase de mapa conceptual. Transitar de una representación proposicional tipo lenguaje a una pictórica como una figura es una estrategia altamente potente que permite al alumnado aprender conceptos complejos en áreas como las Ciencias Naturales, la Matemática, la Física, entre otras (Álvarez, 2014; Álvarez et al., 2017; Tamayo, 2006).

Son muchas las actividades de aula que pueden ser realizadas por docente y estudiante implementando como estrategia central las representaciones múltiples: procesos de comunicación de aula que permiten exteriorizar las representaciones internas de cada uno de los actores del aula (Álvarez y Muñoz, 2015; Duval, 2004); identificar las representaciones iniciales (concepciones alternativas) del estudiantado (Giordan, 1989; Álvarez, 2013); nutrir los procesos de enseñanza y aprendizaje (Nappa, Insausti y Sigüenza, 2005). También pueden ser empleadas para la preparación de cursos (García y Flores, 2005) y para la detección de errores conceptuales y dificultades en el aprendizaje (Álvarez, et al., 2017; Serrano, 1987).

Por medio de las intervenciones docentes emergen nuevas representaciones que se van fusionando con las que trae cada estudiante, permitiendo de esta forma desarrollar una evolución representacional y llegar a unas más complejas como proceso mental de cada persona. Ese complejo representacional se denomina cognición (Álvarez, 2011).

Las representaciones múltiples son trascendentales en la Didáctica, se desarrolla un proceso de categorización de la información, formación conceptual, aprendizaje, llegando a posibles cambios o evoluciones conceptuales (Álvarez et al., 2017).

Interacción de las representaciones en el aprendizaje

Entre las posturas abordadas frente a la teoría del aprendizaje, para la investigación fuente de este artículo, se tomó el aprendizaje profundo. *"Parte de la experiencia que vive el sujeto, construyendo por él mismo el conocimiento, no se aprende de la experiencia del otro, se aprende construyendo las propias experiencias y a partir de esta experiencia se da el significado que se otorga al mundo"* (Ortega y Hernández, 2015, p.215).

El aprendizaje profundo también ha sido denominado aprendizaje de calidad, dada la serie de procesos que se deben realizar para alcanzarlo: el monitoreo constante del estudiantado frente a los conceptos y su articulación con el contexto, la unificación de diferentes conceptos que provienen de sus experiencias fuera del aula, más los nuevos conceptos adquiridos por medio de las intervenciones docentes. Acá las representaciones juegan un papel realmente importante, permiten en tanto estrategia didáctica tomar como partida representaciones iniciales cada estudiante y evolucionarlas a aprendizajes profundos.

La apropiación conceptual y su empleo en la vida real es ejercicio que requiere juicio por parte de docentes, pasar de procesos de incorporación de la información por medio de la percepción (los cinco sentidos), a lograr una memoria a largo plazo (Thagard, 2005).

La interdisciplinaridad permite alcanzar un aprendizaje profundo en estudiantes. Cada área del conocimiento hace aportes significativos para llegar a aprendizajes de calidad. De hecho, el aprendizaje profundo es abordado y estudiado por diferentes áreas del conocimiento como la antropología educativa, la neurociencia, la psicología del aprendizaje, la semiótica, la lingüística, la epistemología, la inteligencia artificial, la sociología educativa, la pedagogía y la didáctica (Bransford et al., 2006).

Cuando se logran, entonces, "aprendizajes a profundidad se está promoviendo también el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes que es posible evidenciar en la capacidad para autorregular y monitorear sus formas de pensar, hacer y actuar al momento de resolver un problema auténtico" (Palacios, Restrepo, Mena y Madera, 2018, p. 34).

Se considera que el estudiantado ha alcanzado un aprendizaje profundo o de calidad frente a una temática específica o área del conocimiento cuando logra desarrollar argumentación, interpretación, análisis y la demostración de cada uno de los conceptos, temáticas y áreas del conocimiento. Las representaciones múltiples pueden ser ese vehículo que propicie el desarrollo del aprendizaje profundo, empleadas como estrategia de argumentación y análisis de información (contenidos). Por otro lado, permiten interpretar lo que expresa cada docente y lo que se encuentra en la literatura específica en un proceso de comunicación bidireccional.

En otras palabras, las representaciones múltiples serán el medio para interiorizar lo que nos encontramos en el contexto y a su vez permitirán expresar lo que tenemos en nuestra mente (representaciones internas), proceso fundamental en el aprendizaje.

Implementación de Unidades Didácticas basadas en representaciones múltiples

El trabajo de UD tiene como propósito realizar intervenciones de aula significativas para docentes y estudiantes. Con las unidades didácticas se propone nutrir un modelo constructivista. Álvarez (2013), afirma que "Con el modelo constructivista adoptado en el aula se pretende desarrollar en los estudiantes pensamiento científico y crítico de las problemáticas actuales en ciencias naturales, medio ambiente y matemáticas" (p. 119).

Tamayo et al. (2011) proponen que:

Al ser la enseñanza una actividad que involucra distintas entidades y no una actividad de transmisión de información, vemos la necesidad de abordar la educación de las ciencias desde una perspectiva constructivista y evolutiva, en la cual se integren aspectos tales como: la historia y epistemología de los conceptos, las ideas previas de los estudiantes, la reflexión metacognitiva, los múltiples lenguajes que incluyen las TIC y el proceso de evolución conceptual como aspecto que permite una evaluación formativa, la transformación del conocimiento del pensamiento inicial y final de los maestros y de los estudiantes. (p. 106).

Este modelo es estructurado por elementos como la exploración de ideas previas, historia y epistemología de conceptos; múltiples modos semióticos y TIC; reflexión metacognitiva; y evolución conceptual (Ver figura 2).



Figura 2. Modelo de Unidad Didáctica y sus diferentes elementos. Modelo Tomado y modificado de Tamayo et al., (2011)

Posteriormente Álvarez (2013), complementando dicho modelo, plantea uno de Unidad Didáctica gradual y por momentos, en el cual se incorporan los componentes de Tamayo et al., (2011). Estos elementos deben ser expresados en actividades que aumentan el grado de dificultad en la misma medida que van pasando de nivel, permitiendo identificar una evolución en cuanto al aprendizaje del concepto estudiado, en nuestro caso, el concepto de energía. (Ver figura 3).

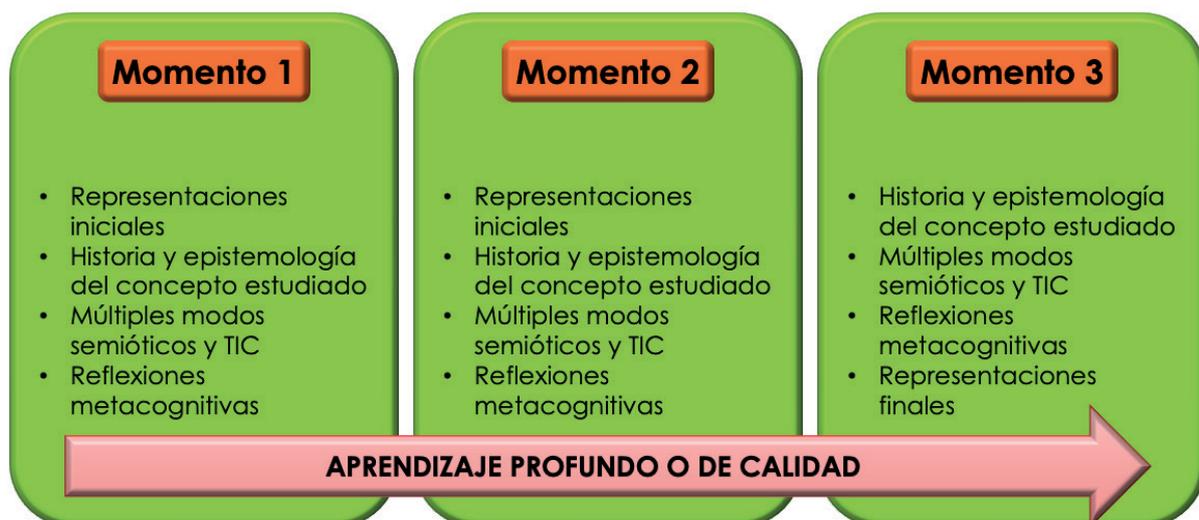


Figura 3. Modelo de Unidad Didáctica por niveles y grados de dificultad. Tomado y modificado de Álvarez (2013)

A efectos de la investigación fuente de este artículo, se acogió el modelo de Álvarez (2013), incorporando ajustes acordes a intereses del estudio desarrollado. La investigación asumió la postura de "aprendizaje profundo", tomando distancia del concepto "ideas previas" y adoptó el de concepciones alternativas o representaciones iniciales, al igual que el de "evolución conceptual" cambiado por aprendizaje profundo o aprendizaje de calidad.

Así, la Unidad Didáctica centrada en el trabajo con representaciones en cada una de sus etapas lleva a que el/a estudiante de forma gradual y constante adquiera aprendizaje de calidad en conceptos.

Metodología

El presente es un estudio de corte descriptivo cualitativo longitudinal, que observa los cambios en el estudiantado en cuanto al aprendizaje del concepto abordado (Hernández, Fernández y Baptista, 2010; Creswell, 2014), considerando tres momentos. Momento 1: representaciones iniciales de cinco estudiantes frente al concepto energía. Se aplicó un test. Se presentaron situaciones problema basadas en circunstancias de la vida cotidiana que involucran el concepto estudiado. Momento 2: intervención didáctica. La docente implementa una UD conformada por tres momentos, cada uno estructurado por 4 actividades. Se propuso realizar diferentes tipos de representaciones acerca del concepto "energía", proposicionales tipo lenguaje, gráficas y figuras. Momento 3: análisis de la interacción de las representaciones múltiples en el aprendizaje del concepto energía; proceso directo entre la exploración de las representaciones iniciales (concepciones alternativas) y las representaciones finales producidas por el o la estudiante.

La investigación se realizó en una institución educativa del municipio de Chinchiná, Caldas (Colombia), con una población de cinco estudiantes de 4º de Educación Básica Primaria.

Las categorías de la investigación que fueron insumo para realizar el análisis de la investigación fueron: representaciones proposicionales, representaciones gráficas, figuras, y aprendizaje.

Análisis y discusión

A continuación, se presenta con detalle uno de los cinco casos estudiados, y se culmina con un análisis específico a partir de las categorías: representaciones proposicionales, representaciones gráficas, figuras, y aprendizaje.

Análisis de Estudiante 1: se observan características generales que permiten identificar qué piensa en cuanto al concepto de "energía". Progresos: a) conceptos claros y detallados de las clases de energía abordadas -térmica, sonora, lumínica, eléctrica, magnética, eólica y biológica- (Navarro, 2013; Doménech et al., 2003); b) tránsito o transformación de una representación tipo lenguaje a una pictórica o viceversa sin dificultad (Tamayo, 2006; Duval, 2004; Álvarez y Muñoz, 2015); c) empleo consciente al momento de emplear las diferentes clases de representaciones (Álvarez, 2011; Álvarez et al., 2017); d) aprendizaje

profundo o de calidad del concepto energía (Bransford et al., 2006; Álvarez, 2013).

La forma en la que se intervino fue aplicando el mismo instrumento al momento de explorar representaciones iniciales (momento 1), y después de implementada la UD, como una estrategia de evaluación.

a. conceptos claros y detallados de las clases de energía abordadas

Al momento de realizarse por parte de la docente la exploración de representaciones, se encontró que en el estudiante no existía claridad en cuanto a los conceptos, tenía una concepción vaga del concepto estudiado, lo limitaba a lo relacionado con la corriente eléctrica en viviendas, alumbrado público, entre otros.

I1 P3 E1 ¿De dónde crees que proviene la energía?

I1 R3 E1 de la che y los postes de energia y de los postes de energia para darnos luz a todos o de las bombillas a las vaterias de las motos para las luces para que no se choquen tambien hay la luz del sol y gracias a los cables que llega la energia a los bonbillos de la casa o mas cosas tambien del fuego nos da luz cuando estamos acampando¹

El estudiante considera que la energía proviene de una empresa que suministra el servicio, contexto en el cual se encuentra constantemente. Esta es una representación proposicional en la cual que no hay una conexión entre ideas, las arroja de manera descontextualizada unas entre otras (Duval, 2004; Álvarez, 2011, Álvarez, 2014). Después de la intervención didáctica se observa que el estudiante demuestra una conceptualización más centrada y organizada.

I3 R3 E1 de los embalces del viento del sol de las corrientes del agua de los tendidos electricos

Se encuentra una apropiación más profunda del concepto. Las representaciones múltiples poseen un impacto bidireccional al permitir que el estudiante categorice, forme conceptos y llegue a aprendizajes profundos (Álvarez y Muñoz, 2015).

Desde las representaciones pictóricas también se evidencia en el estudiante un refinamiento en cuanto a su representación inicial versus la final; se encuentran avances significativos en cuanto a estructura y contenido conceptual.

1 Se citan textualmente las respuestas del estudiante conservando su redacción y ortografía en el proceso de transcripción de los instrumentos. Este proceso se realiza en adelante cada vez que se citen respuestas del estudiante.

I1 P4 E1 Realiza un dibujo que muestre como se manifiesta la energía.

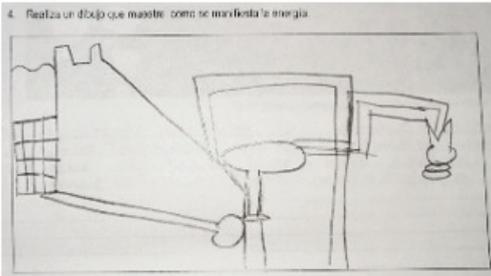
I1 P4 E1 Realiza un dibujo que muestre como se manifiesta la energía. ²	
I1 R4 E1	I3 R4 E1
 <p>4. Realiza un dibujo que muestre como se manifiesta la energía.</p>	 <p>4. Realiza un dibujo que muestre como se manifiesta la energía.</p> <p>el fuego de la fogata el sol refracta la lupa y quema el papel</p>

Figura 4. Actividad resuelta por estudiante 1

La representación pictórica inicial (I1R4E1) es poco estructurada y tiene con poco contenido conceptual. Enuncia como se transporta la energía eléctrica. En la respuesta posterior se evidencia una mayor apropiación del concepto "energía" y sus manifestaciones al representar dos fuentes diferentes y sus características. La intervención didáctica por medio de representaciones múltiples en el proceso continuo de aprendizaje se hace primordial. Roth y Pozzer – Ardenghi (2013) destacan que a través de los dibujos (representaciones pictóricas) se presenta una inseparable relación secuencial del contenido en el transcurso del proceso de enseñanza y aprendizaje.

b. Tránsito o transformación de una representación tipo lenguaje a una pictórica o viceversa sin dificultad

Aprender es un proceso que requiere pasar de un tipo de representación a otra, hacer una transmutación coherente, transformarse, lo cual permite afianzar el conocimiento y nutrir el aprendizaje de conceptos (Duval, 2004; Tamayo, 2006). Al alumnado se les pidió pasar de una representación pictórica a una proposicional.

I1 P9 E1 Observa con cuidado el siguiente dibujo. Luego escribe un cuento corto donde expliques qué tipo de energía impulsa al barco para desplazarse.

² Producción gráfica del Estudiante 1 del presente estudio



Figura 5. Imagen del instrumento 1 y 3³

I1R9E1 El barquito feliz. era una vez un barquito estaba muy feliz y salia a nabegar cuando en el camino dijo que comen las ballenas y el haceindo tantas preguntas a el que pasara por su camino y desia ¿Qué comen las ballenas? Y nadie le respondia y ella no sabia como eran las ballenas hasta que paso por lo mas profundo del mar y vio una ballena pero el no sabia que era una ballena fue y le pregunto hola señora ¿usted sabe que come n las ballenas? Ella le respondio yo soy una ballena y yo te dire que comen las ballenas acercate cuando se acerco ella le dijo acercate mas para que me escuches el con miedo se acerco a su boca y abrio su boca y dijo ayuda alluda me ba a comer una ballena y se quedo enserrada en la barriga de la ballena y cuando la ballena abrio su boca y salio ella gritando soy libre y contenta volvio a su casa feliz. Fin

El estudiante expresa un concepto muy diferente al solicitado. Expone que el barco (Ver figura 4), es un medio de transporte con vida, que va por el mar preguntando “¿qué es una ballena?”, respuesta no coherente con lo indagado. No se encuentra el concepto de energía en su narración, e implementa una representación proposicional descontextualizada.

En el instrumento tres, da un concepto más contextuado. En el cuento que crea, narra el tipo de energía que impulsa al barco en su recorrido, en este caso, energía eólica, además de hablar de la energía cinética.

³ Imagen tomada de <https://www.pinterest.co.kr/pin/801992646132847678/>

I3 R9 E1 erase una vez un barquito que queria conoser la energia el viajo para saber que es la energia el biajo asta un pueblo muy lejano aya avian muchos barcos como el havia un barquito muy tierno entonces le pregunto que es la energia el barquito tieno le dijo hola la energia tiene muchos tipos hasta tu tienes energía y es eolica porque tu tienes bela y gracias al viento tu te mueves y cuando te mueves haces energia sinetica.

La implementación de representaciones pictóricas y proposicionales tipo lenguaje son de gran valor para la construcción constante de conceptos específicos. Álvarez (2011), expone que toda persona posee algunos saberes ya estructurados los cuales se van nutriendo durante la formación académica, a través del tiempo, y que se fortalecen en la combinación de representaciones verbales, escritas, o gráficas.

c. Empleo consciente de las diferentes clases de representaciones

El trabajo de aula requiere que tanto docentes como estudiantes sean conscientes de las representaciones, de acuerdo con las necesidades que se van presentando en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Álvarez y Muñoz, 2015).

I1P10E1 Representa ¿qué crees que pasa con la gasolina dentro del carro para que este se desplace?

I1 R10E1 yo creo que el niño se tubo que bajar del carro a salir rapido a la escuela o si no llamaron a alguien para que les llebara gasolina o vivia al frente de la escuela y salio para la escuela o llamaron a alguien para que lo llebara a la escuela.

Se dio libertad al estudiante al escoger la clase de representación que quería emplear para dar respuesta a la pregunta. Optó por un tipo de lenguaje. Por otra parte, no respondió correctamente a la pregunta, se inclinó por afirmaciones del tipo hipotético. Thagard (2005), expresa que los sujetos en el proceso de comunicación deben ser conscientes de que forma van a expresar sus pensamientos.

En el instrumento final, en la misma pregunta, se observa que el estudiante continúa empleando representaciones proposicionales, aunque en esta ocasión brinda una respuesta más contextualizada.

I3 R10b E1 yo creo que alguien les llevo la gasolina y adentro del motor se mueve muy rapido y asi se mueve el carro

Representar de forma consciente es un ejercicio que requiere de procesos de razonamiento refinados. Un modelo representacional idóneo sería uno que incluya concepto, modelos de representación (representaciones múltiples), y alguna clase de razonamiento, ya sea analítico, inductivo/deductivo, entre otros (Anderson et al., 2013).

d. Alcanzar un aprendizaje profundo o de calidad del concepto energía

En cada una de las preguntas realizadas antes y después de la UD se observa en el estudiantado la capacidad de demostrar, analizar, argumentar, e interpretar cada uno de los conceptos enseñados, rasgos de un aprendizaje profundo. En este sentido, su implementación bien estructurada y con una estrategia constante como las representaciones múltiples, va a permitir que el alumnado transforme de forma gradual las representaciones iniciales, pudiendo alcanzar unas mayormente elaboradas y estructuradas, con un tipo de razonamiento más especializado y argumentos conceptuales idóneos (Álvarez, 2013).

Conclusiones

Trabajar con representaciones múltiples en el aula es de gran importancia para estudiantes y docentes (Álvarez 2011; Álvarez, 2014). Influyen de forma positiva en el aprendizaje de las Ciencias Naturales (Álvarez y Muñoz, 2015) y es altamente eficaz interactuar con las representaciones como medio de comunicación, proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Es necesario incorporar al menos dos tipos de representación, pictóricas (figuras y gráficas), y lenguaje (Tamayo, 2006; Álvarez, 2011; Álvarez, 2014).

Se encuentran en el estudiantado preferencias hacia las representaciones pictóricas sobre las proposicionales tipo lenguaje y más al momento de expresar sus conocimientos. Las de tipo lenguaje han sido un obstáculo en casos de redacción o descripciones.

La implementación de representaciones múltiples en el aula de Ciencias requiere de una preparación exhaustiva por parte cada docente e intencionalidades específicas, quien debe estar en capacidad de interpretar, analizar y abstraer cada uno de los elementos del gráfico o lenguaje del/a estudiante.

Las representaciones múltiples son una estrategia muy eficaz al momento de buscar el desarrollo de aprendizajes profundos (Álvarez, 2013).

Finalmente, en calidad de recomendación, se evidencia la necesidad de crear o fortalecer una línea de investigación en representaciones múltiples, abordadas desde el enfoque de la enseñanza y el aprendizaje.

Referencias Bibliográficas:

Álvarez Tamayo, O.D. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. *Itinerario Educativo*, 27(62): 115- 135.

- Álvarez, O.D. (2011). *Incidencia de las representaciones múltiples en la formación del concepto transporte celular en estudiantes universitarios*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales Colombia.
- Álvarez, O.D. (2014). Las representaciones múltiples como estrategia didáctica en el ejercicio docente. En Arboleda, J.C. (Ed). *Colección Pedagogía Iberoamericana. La tarea de educar*. (p. 51-61). Colombia: Redipe.
- Álvarez, O.D., Álvarez, C., y Chica, M.F. (2017). Las representaciones múltiples como fundamento para la innovación en la evaluación del aprendizaje en ámbitos escolares juveniles. *Metamorfosis. Revista del Centro Reina Sofía sobre adolescencia y juventud*, (6): 110-129.
- Álvarez, O.D y Muñoz, J.E. (2015). Desarrollo de los saberes específicos por medio del uso de las representaciones múltiples. *Perspectivas de investigación. Una mirada desde la antropología pedagógica*, (10): 121-139
- Anderson, T.R., Schönborn, K.J., du Plessis, L. Gupthar, A.S., y Hull, T.L. (2013). Identifying and Developing Students' Ability to Reason with Concepts and Representations in Biology. En C.Y. Tsui & D.F. Treagust (Eds.). *Multiple representations in biological education* (pp. 19 – 38). The Netherlands: Springer.
- Bransford, J.D., Barron, B., Pea, R.D., Meltzoff, A., Kuhl, P., Bell, P., Stevens, R., Schwartz, D.L., Vye, N., Reeves, B., Roschelle, J., y Sabelli, N.H., (2006). Foundations and Opportunities for an Interdisciplinary Science of Learning. En Sawyer (Ed.). *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. (pp. 19 – 34). New York: Cambridge University.
- Carriedo, N., Moreno, S., Gutiérrez, F. y García-Madruga, J.A. (1998). Modelos mentales en conjunciones, disyunciones y condicionales: replicación de un estudio de Rips. *I jornadas de psicología del pensamiento*, pp. 39-56.
- Clément, P. y Castéra, J. (2013). Multiple Representations of Human Genetics in Biology Textbooks. En C.Y. Tsui & D.F. Treagust (Eds.). *Multiple representations in biological education* (pp. 147 – 163). The Netherlands: Springer.
- Creswell, J.W. (2014). *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, (4 Ed). California: Sage
- Doménech, J.L.L., Pérez, D.G., Gras-Marti, A., Aranzabal, J.G., Martínez-Torregrosa, 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): 285-311.
- Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. (2a Ed.). Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Eilam, B. (2013). Possible constraints of visualization in biology: challenges in learning with multiple representations. En C.Y. Tsui & D.F. Treagust (Eds.). *Multiple representations in biological education* (pp. 55 – 73). The Netherlands: Springer.
- García Franco A. y Flores Camacho F., (2005). Las representaciones múltiples sobre la estructura de la materia en estudiantes de secundaria y bachillerato: Una propuesta de análisis. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Numero extra, VII Congreso.
- Giordan, A. (1989). Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 7(1), 53-62.
- Griffard, P.B. (2013). Deconstructing and Decoding Complex Process Diagrams in University

- Biology. En C.Y. Tsui & D.F. Treagust (Eds.). *Multiple representations in biological education* (pp. 165 – 183). Australia: Springer.
- Hernández Sampieri R., Fernández Collado C., Baptista Lucio P., (2010). *Metodología de la Investigación*. (5a Ed.). McGraw Hill.
- López, R., Saldarriaga, J.A. y Tamayo, O.E. (2007). Análisis de representaciones gráficas en libros de texto de química. *Latinoam.estud.educ.* Manizales. 3 (2), pp. 61 - 86.
- Mazzitelli, C., Guirado, A. y Chacoma, M.S. (2011). La docencia y la enseñanza de las Ciencias: análisis de las representaciones de maestros. *Revista de orientación educacional*, (48): 77-94.
- Millán, P.A. (2016). El uso de las múltiples representaciones en el aprendizaje profundo de la química. *Tesis de Maestría no publicada*. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira Colombia.
- Nappa, N., Insausti, M.J. y Singuenza, A.F. (2005). Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3): 344-363.
- Navarro, C. (2013). *Enlace con ciencias de la naturaleza y tecnología 4*. Caracas: Editorial Santillana.
- Ocampo-Flórez, E. y Tamayo-Alzate, Ó.E. (2018). Representaciones de aprendizaje en estudiantes que participan en un curso sobre teorías del aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 14(2): 238-268.
- Ortega, C. y Hernández, A. (2015). Hacia el aprendizaje profundo en la reflexión de la práctica docente. *Revista Ra Ximhai*, 11(4): 213-220. Universidad Autónoma Indígena de México.
- Palacios, A., Restrepo, A., Mena, B., y Madera, A., (2018). Incidencia de las representaciones múltiples en el aprendizaje a profundidad del concepto migración en básica secundaria. *Tesis de Maestría no publicada*. Universidad de Medellín, Colombia.
- Romero Acosta, J.L. y Bonilla Pérez, G.A. (2018). Incidencia de las representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria. *Tesis de Maestría no publicada*. Universidad de Medellín, Colombia.
- Roth, W.M. y Pozzer Ardenghi, L. (2013). Pictures in Biology Education. En Treagust & Yan Tsui (Eds). *Multiple representations in biological education*. (pp. 39 – 53). Australia: Springer.
- Santamaría, C. (1989). Modelos mentales y Razonamiento semántico: el silogismo. *Cognitiva*, 2(2): 21-36.
- Schönborn, K.J. y Bögeholz, S. (2013). Experts' Views on Translation Across Multiple External Representations in Acquiring Biological Knowledge About Ecology, Genetics, and Evolution. En C.Y. Tsui & D.F. Treagust (Eds.). *Multiple representations in biological education* (pp. 111 – 128). The Netherlands: Springer.
- Serrano, T. (1987). Representaciones de los alumnos en biología: Estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 5(3): 181-188.
- Tamayo Alzate, O.E., Vasco Uribe, C.E., Suarez de la Torre, M.M., Quiceno Valencia, C.H., García Castro, L.I. y Giraldo Osorio, A.M. (2011). *La clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la*

comunicación. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.

Tamayo, O.E. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45): 39-49.

Tamayo, O.E. y Sanmarti, N. (2003). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niños y Juventud*, 1(1):1-16.

Thagard P., (2005). *La mente. Introducción a las ciencias cognitivas*. Argentina: Kats Editores.

Tsui, C.Y. y Treagust, D.F. (2013). Introduction to multiple representations: Their importance in biology and biological education. En C.Y. Tsui & D.F. Treagust (Eds.). *Multiple representations in biological education* (pp. 3-18). The Netherlands: Springer.