

2021-03-24

Relaciones entre la argumentación y el aprendizaje del concepto de 'estados básicos de agregación de la materia'

Aracely Matta Ariza

Secretaria de Educación Santander IE Delicias, aracely_m@outlook.com

Jhon Jairo Henao García

Universidad Católica de Manizales, jhenao@ucm.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>

Citación recomendada

Matta Ariza, A., y J.J. Henao García. (2021). Relaciones entre la argumentación y el aprendizaje del concepto de 'estados básicos de agregación de la materia'. *Actualidades Pedagógicas*, (76),. doi:<https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss76.8>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Actualidades Pedagógicas by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

<https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss76.8>

Relaciones entre la argumentación y el aprendizaje del concepto de ‘estados básicos de agregación de la materia’¹

Aracely Matta Ariza² / Jhon Jairo Henao García³

Recibido: 15 de mayo de 2020 **Aprobado:** 10 de octubre de 2020 **Versión Online First:** 19 de marzo de 2021.

Cómo citar este artículo: Matta, A., & Henao, J. J. (2020). Relaciones entre la argumentación y el aprendizaje del concepto de ‘estados básicos de agregación de la materia’. *Actualidades Pedagógicas*, (76). <https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss76.8>

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo describir la relación existente entre el aprendizaje del concepto de *estados básicos de agregación de la materia* y la argumentación, utilizando niveles explicativos y niveles de calidad del argumento, respectivamente. Se implementó una unidad didáctica en tres momentos. Inicialmente, se dio la identificación de los niveles de calidad del argumento y los niveles explicativos; luego, tuvo lugar la intervención didáctica para la comprensión del concepto y la enseñanza de la argumentación, y, por último, se dio la evaluación de los niveles explicativos y de calidad del argumento alcanzados. Como producto de la intervención didáctica, se evidenció una relación significativa entre el aprendizaje de los estados básicos de la materia y el fortalecimiento de la argumentación de los estudiantes, debido al cambio presentado en sus aprendizajes.

Palabras claves: Materia; estados de agregación; niveles explicativos; niveles de calidad; argumentación.

¹ Artículo de investigación.

² Secretaria de Educación Santander IE Delicias. ✉ aracely_m@outlook.com  <http://orcid.org/0000-0002-8669-962>

³ Universidad Católica de Manizales. ✉ jhenao@ucm.edu.co  <http://orcid.org/0000-0001-7502-1998>

INTRODUCCIÓN

La química es una ciencia empírica de fundamentación abstracta llena de términos técnicos, conceptos complejos y teorías. Lo anterior dificulta la comprensión de algunos conceptos como es el caso de los *estados básicos de agregación de la materia*. Aquello demanda el uso de estrategias que mejoren el aprendizaje y que logren una mayor comprensión de los conceptos en los estudiantes; por ello, hay que establecer las reglas de juego para que unas personas determinadas puedan aprender (Izquierdo, 2005). Dentro del currículo se han implementado estrategias, como clases magistrales en las que se ve al docente como dueño del conocimiento, y no se tienen en cuenta los saberes ni los intereses de los estudiantes. En tales casos, ellos reciben información por parte de los docentes y la memorizan para el momento; estrategias que no permite “desarrollar la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico” (Ley 115 de 1994). Afuera del aula de clases, los distintos contextos demandan personas que sean capaces de formular y justificar sus puntos de vista. En ese sentido, argumentar es una habilidad fundamental para la participación social, pero para desarrollarla es necesaria la práctica que se puede llevar a cabo desde las aulas de clase, implementándola de forma oral y escrita (Larraín et al., 2014). La argumentación en la clase de ciencias es una práctica social en la que se reconoce el saber del otro, sustentado con datos y razones que ayudan a consolidar el conocimiento sobre un tema (García-Castro et al., 2018). La argumentación es una herramienta para la co-construcción de aprendizajes significativos, y se debe incorporar explícitamente teniendo en cuenta que los sujetos (estudiantes) tienen unos saberes e intereses: de esa forma es posible hacer la ciencia más cercana a ellos (Ruiz et al., 2015).

La presente investigación tuvo como objetivo describir la relación existente entre el aprendizaje del concepto de *estados de agregación de la materia* y la argumentación, dos puntos clave en el aprendizaje de la química. El primer aspecto fue elegido por ser un concepto de difícil comprensión para los estudiantes, lo cual también corresponde a la capacidad de dar explicaciones de ello. Como ya se mencionó, en tanto, el segundo aspecto juega un papel importante en el desarrollo de las clases, ya que la interacción comunicativa en el aula mejora el aprendizaje del conocimiento científico (Ruiz et al., 2014).

Se implementaron instrumentos que contextualizaron y problematizaron el aprendizaje a través de situaciones que llevaron al estudiante a argumentar para dar una solución, contribuyendo así al mejoramiento de la calidad de sus argumentos. Las actividades de argumentación se llevaron a cabo de forma escrita, para lograr un aprendizaje de los



conceptos significativamente mejor, ya que el uso de la escritura mejora el aprendizaje de los conceptos, especialmente con prácticas como la argumentación escrita, porque el estudiante deberá analizar evidencias y estructurar ideas al escribir sus argumentos. (Revel & Aúdriz- Bravo, 2014). La población con la que se trabajó estuvo compuesta de estudiantes de un colegio rural del municipio de Puente Nacional en Santander. Con ellos, se pretendió mejorar las prácticas docentes en la institución y lograr en los estudiantes una apropiación del concepto de *estados de agregación de la materia*, al tiempo que se desarrolla un dominio argumentativo para formarse como un pensador crítico.

METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque cualitativo de tipo descriptivo. Es cualitativo en cuanto se trabaja con una población específica y se tiene en cuenta la subjetividad del investigador para realizar un análisis de categorías y subcategorías con el fin de comprender y resolver un problema, necesidad o situación de un contexto específico (Cisterna, 2005). En este caso, se les realiza un análisis a un grupo de estudiantes del Colegio Delicias de acuerdo con las categorías de argumentación y con el concepto de *estados básicos de agregación de la materia*, teniendo en cuenta en ambos casos cada una de sus correspondientes subcategorías. El análisis es de tipo descriptivo, ya que estudia una situación determinada; la relación entre la argumentación y el aprendizaje de un concepto, a través de caracterizaciones ideadas para cumplir con los objetivos planteados (Cisterna, 2007). Por otra parte, se utiliza el método de estudio de caso que, como mencionan Hernández et al. (2014), es de carácter descriptivo en la educación, pues permite precisamente describir las principales características de una situación. Cabe aclarar que para Yin (1994, citado por Jiménez & Comet, 2016) los estudios de casos no son generalizables estadísticamente, pero sí se utilizan para ampliar y generalizar teorías. Por su parte, Stake (2005, citado por Jiménez & Comet, 2016) plantea que un “estudio de caso colectivo se realiza cuando el interés de la investigación se centra en un fenómeno, población o condición general seleccionando para ello varios casos que se han de estudiar intensivamente” (p.7).

En ese escenario, la unidad de análisis es la relación que existe entre la argumentación y el aprendizaje del concepto de *estados de agregación*, que se evaluó utilizando dos categorías de análisis: precisamente la argumentación y el concepto de *estados básicos de agregación de la materia*. La categoría central de la investigación es la argumentación



y su subcategoría es la calidad del argumento. Esta permitirá analizar las declaraciones escritas de los estudiantes para reconocer la calidad de sus argumentos antes y después de la aplicación de la unidad didáctica. Para llevar a cabo el análisis de la calidad de los argumentos se proponen indicadores (tabla 1) que cuentan con varios descriptores formulados a partir de los niveles argumentativos que Tamayo (2011) nos presenta en su estudio de los modelos argumentativos de Erduran & Jiménez-Aleixandre (2007). A su vez, estos están basados en el modelo argumentativo de Toulmin; la relación y coherencia existente entre los componentes del argumento de García & Ruiz (2016), y los componentes de la argumentación escrita de Revel & Audriz-Bravo (2014).

Tabla 1. Niveles de calidad del argumento

Indicador	Descriptores
Nivel de calidad 1	<ol style="list-style-type: none">1. Contiene conclusiones sin datos o justificaciones.2. Contiene argumentos que son una simple descripción de la vivencia.3. Enuncia datos o justificaciones que no dan soporte efectivo a la conclusión o no están relacionados con ella, o no son ciertos, por lo cual la conclusión no es cierta.4. El argumento no se adecua las circunstancias a las que necesita dar explicación.
Nivel de calidad 2	<ol style="list-style-type: none">1. El argumento contiene conclusiones y datos o justificaciones que dan un soporte a la conclusión.2. Las justificaciones o datos están basadas en experiencias y/o creencias, en un lenguaje cotidiano, es decir no se refieren a un modelo teórico o explicativo o a un concepto aprendido.3. El argumento como un todo no se adecúa completamente a las circunstancias a las que necesita dar una explicación, pero se evidencia un intento por dar una explicación.
Nivel de calidad 3	<ol style="list-style-type: none">1. El argumento contiene datos, justificaciones y conclusiones.2. Las justificaciones, datos y conclusiones están relacionadas de tal manera que dan un soporte a la conclusión.3. Las justificaciones y datos se refieren a un modelo teórico/explicativo o concepto aprendido, haciendo uso correcto del lenguaje científico escolar.4. El argumento, como un todo, se ajusta y adecua a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones, o es aplicable.
Nivel de calidad 4	<ol style="list-style-type: none">1. Además de justificaciones y datos, el argumento hace uso de cualificadores o respaldo teórico.2. El argumento, como un todo, se adecúa a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones.



Nivel de calidad 5	1. El argumento contiene datos, conclusiones, justificaciones, respaldo teórico y contraargumentos.
	2. Los datos o justificaciones que se enuncian dan fuerza a la conclusión.
	3. El argumento, como un todo, se adecúa a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones.

Fuente: elaboración propia basada en los niveles argumentativos de Tamayo (2011), los componentes de la argumentación escrita de Revel & Audriz-Bravo (2014), y las relaciones propuestas por García & Ruiz (2016)

En paralelo al análisis de la argumentación, se estudia el concepto de los *estados básicos de agregación de la materia*, y se analizan los avances en el aprendizaje de dicho concepto haciendo uso de un pretest y un postest. Para su análisis, se tienen como indicadores los niveles explicativos cuyos descriptores se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Niveles explicativos de la naturaleza de la materia

Indicador	Descriptor
Nivel explicativo 1	1. Explicaciones macroscópicas de la materia.
	2. La materia continua y estática.
Nivel explicativo 2	Explicaciones en las que la materia es continua y estática, pero que están apoyadas en fenómenos observables (burbujas, huecos).
Nivel explicativo 3	Explicaciones que reconocen la existencia de partículas que no se pueden observar.
Nivel explicativo 4	Explicaciones en las que se reconoce la existencia de vacío entre las partículas que componen la materia.
Nivel explicativo 5	Explicaciones que reconocen el movimiento de las partículas.

Fuente: basado en Benarroch (2000)

Se aplicó una unidad didáctica, definida de acuerdo con Tamayo et al. (2011). Según eso, una unidad didáctica integra aspectos como la historia y la epistemología de los conceptos; las ideas previas de los estudiantes; las TIC; la reflexión metacognitiva, y la evolución conceptual. La unidad didáctica que se empleó consta de tres momentos principales, un primer momento en el que se aplicaron dos actividades (pretest): una desarrollada con el objetivo de identificar los niveles explicativos de los estudiantes, y otra puesta en marcha con el objetivo de identificar los niveles de la calidad del argumento.

Posteriormente, tuvo lugar un segundo momento en el que se efectuó la intervención didáctica. Esta intervención tuvo como objetivo la enseñanza del concepto *estados básicos de agregación de la materia* y la enseñanza de la estructura y construcción de un texto argumentativo a través de diferentes actividades. En el tercer momento, se



aplicaron dos actividades (postest) para evaluar los niveles explicativos y de calidad del argumento alcanzados. Cabe señalar que la investigación se desarrolló en la clase de ciencias naturales del grado noveno, que según el plan de área de la institución tiene una intensidad horaria semanal de cinco horas, y en su currículo se encuentra la temática a abordar. Se contó con la participación de dieciocho estudiantes del grado noveno del Colegio Delicias del municipio de Puente Nacional (Santander, Colombia), institución rural de carácter oficial. Asimismo, los estudiantes tienen edades que oscilan entre los catorce y los diecisiete años. De la población inicial se tomó un grupo de seis estudiantes como muestra, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de selección:

1. Estudiantes cuyos padres firmaron el consentimiento informado.
2. Estudiantes que asistieron al 100% de las clases en las que se aplicó la unidad didáctica.

Además de estos criterios se tuvo en cuenta que la población de estudio presenta tres niveles de desempeño en el área de ciencias naturales: básico, alto y superior. Se seleccionaron dos estudiantes por cada desempeño, para así tener una visión más amplia y generalizada de la relación existente entre la argumentación y el aprendizaje del concepto, sin omitir dicha variable. Como lo mencionan Salamanca & Blanco (2007), la preferencia de estos criterios hace de esta una muestra teórica o intencionada.

Se diseñó y aplicó un formato de consentimiento informado para los padres de familia y/o acudientes de los estudiantes. En dicho documento se les informaron los objetivos, el alcance y los resultados esperados de la investigación, así como también las características de la participación del estudiante. De igual forma, el proceso de investigación llevado a cabo con los estudiantes de noveno fue puesto en conocimiento de las directivas de la institución. No se realizó registro fotográfico que pusiera en peligro la identidad de los estudiantes. En su lugar, se realizó un proceso de codificación de los estudiantes y de sus respuestas, para mantener la confidencialidad y el anonimato.

Para realizar la recolección y el análisis de la información, se transcribieron las respuestas de los estudiantes de los pretest y postest en matrices, a medida que se aplicaron los instrumentos. En el proceso se utilizaron códigos para cada estudiante. Una vez codificada y transcrita la información, se llevó a cabo el análisis de la información realizando un proceso de triangulación apoyado en un proceso de revisión y discusión reflexiva con el marco teórico de cada categoría, según su pertinencia y relevancia (Cisterna, 2005).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para identificar los niveles explicativos iniciales de los estudiantes y su cambio posterior a la aplicación de la unidad didáctica, se utilizó un instrumento titulado “La caña en tu desayuno” que fue aplicado antes y después de la intervención didáctica. En la aplicación del instrumento, se les planteó una serie de preguntas a los estudiantes después de ver un video sobre la elaboración de la panela, uno de los ejes de la economía de su contexto. En el proceso de producción de panela se evidencian los tres estados básicos de agregación de la materia (*líquido, sólido y gaseoso*); por ello, fue utilizada como pretexto en este instrumento, para evitar así el riesgo de presentar respuestas obtenidas como resultados de procesos memorísticos. Cada una de las preguntas fue diseñada con la intención de dar cuenta de si los estudiantes reconocían la discontinuidad de la materia y la existencia del vacío y del movimiento de las partículas que la componen en sus tres estados básicos de agregación. La tabla 3 presenta las preguntas formuladas en el instrumento “La caña en tu desayuno”, y la codificación empleada para cada una.

Tabla 3. Preguntas del instrumento “La caña en tu desayuno”

Código	Pregunta
Mp1	¿Podrías explicar qué sucede cuando se deposita el dulce en el recipiente de madera? ¿Hay cambios que puedan explicarse? ¿Sí o no?, ¿por qué?
Mp2	Describe detalladamente la caña antes y después de ser pasada por el molino. ¿Qué cambios se observaron?, ¿por qué?
Mp3	Si pudieras usar una lupa con mucho aumento para observar la apariencia interna del jugo de caña, de la panela y del vapor que sale de las pailas, ¿cómo crees que se vería?



Mp4 En el video se indica que las altas temperaturas hacen que el agua cambie de estado líquido a gaseoso, ¿qué explicación darías para que esto suceda?

Mp5 El aire, así como el gas que sale de las pailas puede ser atravesado, igual sucede con el jugo de caña; sin embargo, con la panela no sucede lo mismo. ¿Por qué razón? Justifica tu respuesta.

Fuente: elaboración propia

El posttest fue aplicado después de realizar la intervención didáctica, que abarcó el momento dos y consistió en las siguientes sesiones y actividades:

1. **Sesión 1:** Socialización del concepto de *estados básicos de agregación de la materia*. En esta clase se aborda el concepto a través de diapositivas y mapas conceptuales.
2. **Sesión 2:** Se plantea una clase explicativa de la argumentación y la estructura de un argumento. En esta clase, con ejemplos, se les presenta a los estudiantes el uso de los textos argumentativos en la clase de ciencias.
3. **Sesión 3. Actividad “Identifica y colorea”:** A los estudiantes se les asigna un texto en el que resaltan con diferentes colores, según su preferencia e implementando un cuadro de convenciones, los componentes de un texto argumentativo. La actividad de aprendizaje se desarrolla en grupos, para realizar un trabajo colaborativo en el aprendizaje.
4. **Sesión 4. Laboratorio virtual:** Utilizando la herramienta virtual “Laboratorio PHET” los estudiantes realizaron un ejercicio de aplicación conceptual. La herramienta permite visualizar el comportamiento de las partículas en los estados básicos de agregación y su respuesta a diferentes variables. Esta herramienta tenía como objetivo que los estudiantes comprendieran la teoría corpuscular de la materia, a la vez que daban respuesta a cuatro preguntas abiertas que los inmiscuían en el uso de justificaciones. Las respuestas



se daban inicialmente de forma individual, para después dar una única respuesta en un trabajo cooperativo en grupos de dos.

5. **Sesión 5. Actividad “Presentación de la Panela”:** Con este instrumento se ponen en práctica las dos categorías de estudio, la argumentación y el concepto de materia. Al estudiante se le plantea una situación y una serie de preguntas que lo orientan a hacer uso de los componentes de un texto argumentativo. La actividad presenta dos momentos: uno individual y uno grupal. Este último se desenvuelve con el fin de que el estudiante valide la conclusión que ha planteado.

La tabla 4 y las figuras 1 y 2 muestran las respuestas de un estudiante codificado como E3. Este estudiante evidencia que en las preguntas 3 y 4 reconoce la existencia de partículas. Sin embargo, existe una tendencia al primer nivel explicativo que se presenta en las respuestas a las otras preguntas. Al contrastar con en el postest existe un marcado cambio en los niveles explicativos, que se adjudican a la aplicación de la unidad didáctica. El estudiante reconoce la existencia de partículas que poseen movimiento y fuerzas de cohesión y repulsión que se manifiestan en el espacio entre partículas, es decir que el estudiante menciona la cinética de las partículas. De tal modo, pertenece según Benarroch (2000) al quinto nivel explicativo.

Tabla 4. Respuestas al instrumento “La caña en tu desayuno” de E3

Pregunta	Pretest	Postest
Mp1	“Sí, porque al estar en la madera el dulce se empieza a agrandar y a solidificarse cada vez más hasta que se endurece”.	“Sí, (C) ya que al ponerla en el recipiente de madera cambia su temperatura, pues se retira del horno y la madera esta fría por lo que la panela se solidifica (J), sus moléculas disminuyen la agitación termica y se ordenan de formas particulares (D), por lo que se forma la panela”.
Mp2	“Pues se cambió la forma ya que era la caña sólida y al pasarla por el molino se volvió líquida.	Antes: “la caña está sólida y conservaba su estructura y su forma . Su peso era el mismo que cuando se traía en el caballo”.



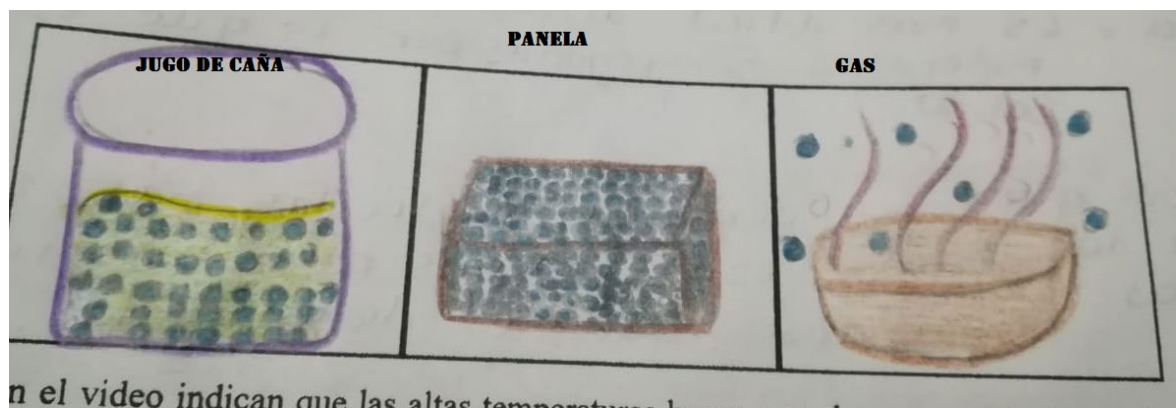
Cambia su color en cuanto a lo que era antes y después el jugo”.

Después: “La caña cambia su forma, estructura, y peso. Esto ocurre porque, al ponerla en el molino, la caña se comprime para extraer así su jugo, para poder seguir con el proceso para formar la panela, por lo que la caña se vuelve bagazo. Este material se utiliza para ayudar al horno a tener más temperatura junto con la madera”.

Mp4	“Pues que, al tener mayor temperatura, el líquido empieza a evaporarse, volviéndose gaseoso porque la paila es de aluminio, por lo que se calienta con mayor rapidez”.	“Al aumentar la temperatura, las partículas de la materia se mueven más rápido (D), y por lo tanto aumenta la fuerza de repulsión entre ellas (J), por lo que sucede el proceso de evaporización de líquido a gaseoso (C)”.
Mp5	“Porque la panela es sólida porque tiene las moléculas juntas, por lo que hace una barrera para que sea un sólido por lo que necesitamos de mayor fuerza al traspasarla”.	“Porque el jugo de la caña y el gas que sale de las pailas tienen una fuerza de repulsión (J) que hace que sus partículas no estén tan juntas, están alejadas (D) y mientras [tanto] la panela está sólida, por lo que tiene fuerza de cohesión, ya que tiene las partículas juntas pero conserva un poco de distancia menor que el líquido y el gas y por eso no se puede atravesar tan fácil como el jugo de la caña y el gas que sale de las pailas (C)”.

Fuente: elaboración propia

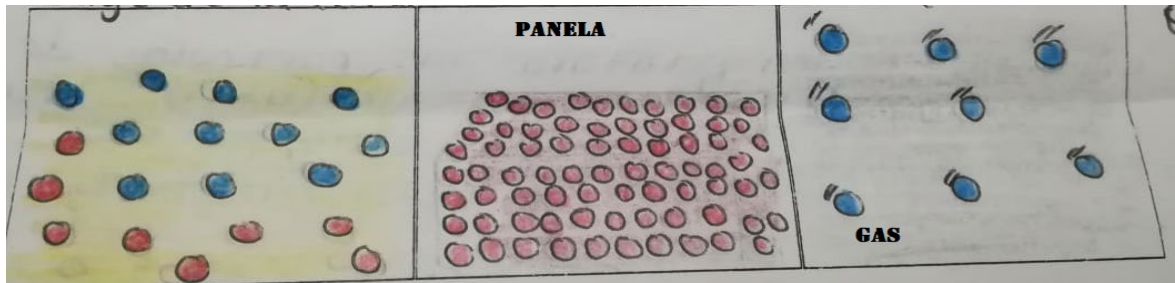
Figura 1. Mp3 pretest E3



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Mp3 posttest E3





Fuente: elaboración propia

Para identificar los niveles de calidad del argumento de los estudiantes y su cambio posterior a la aplicación de la unidad didáctica, se utilizaron dos instrumentos: un pretest y un postest. El pretest contiene un párrafo sobre una temática presente en la comunidad. A partir de este breve texto, los estudiantes respondieron dos preguntas orientadas a reconocer la calidad inicial de sus argumentos. La tabla 4 presenta las preguntas de dicho pretest y las respuestas del estudiante E3.

Tabla 5. Respuestas de E3 al pretest de calidad del argumento

Preguntas	Respuestas
¿Está de acuerdo o en desacuerdo con la implementación de cultivos tecnificados de guayaba en su vereda? Justifique su respuesta	“No, (C) porque estos cultivos tecnificados de guayaba perjudican la salud de las personas que los están fumigando y a las personas alrededor de este cultivo y también perjudican a las especies que los rodean, por eso estoy en desacuerdo (J)”.
La guayaba producida en el sector Delicias de Puente Nacional es vendida a una fábrica de bocadillos del municipio de Barbosa. ¿Está de acuerdo o en desacuerdo con el uso que se le da a la guayaba producida en este sector? Justifique su respuesta.	“De acuerdo (C), porque este cultivo es un sustento para las familias en lo económico, y en desacuerdo ya que este cultivo tiene muchos productos químicos y puede causar enfermedades por medio del bocadillo (J)”.

Fuente: elaboración propia.

Las respuestas del pretest de E3 lo ubican en un nivel de calidad del argumento 2. Las respuestas presentan conclusiones (C) y justificaciones (J) que soportan la conclusión en un lenguaje cotidiano. Para el postest, se planteó un instrumento con el fin de evaluar los niveles de calidad del argumento alcanzados por los estudiantes. El instrumento presenta una situación problema de su contexto en la cual ellos deben ayudar a un grupo de paneleros a elegir una propuesta para hacer más eficiente el proceso de producción de la panela. Los estudiantes deben elaborar



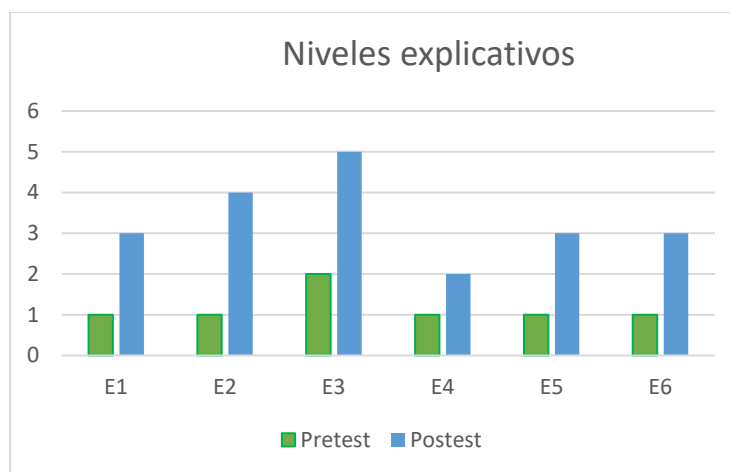
un texto argumentativo que sustente su elección. Además, la construcción de estos textos argumentativos está dada con la intención de ser elaborada a partir de la aplicación de los conceptos aprendidos durante el desarrollo de la unidad didáctica, lo que deberá evidenciarse en la calidad de los argumentos en cuanto atañe al uso de conceptos teóricos. El texto presentado por E3 se presenta a continuación:

Pues al repartir el jugo en diferentes pailas [se] hace más rápido el proceso (C), porque en lo que he leído se dice que en cuanto el jugo tenga más acercamiento o contacto con la paila, o sea, [venga] en menores cantidades las partículas del jugo tendrán más contacto con la paila y estarán mas cerca de la hornilla y así este tendrá más temperatura y hará que el vacío entre las partículas aumente hasta dejar de ser un líquido y convertirse en un gas (D). Por eso esta es mi elección, porque me parece lo más rápido por como se los expliqué anteriormente. (J) Aunque igual podría ser rápido aumentando la cantidad de bagazo para aumentar la energía térmica en el proceso (CA) pues también me parece viable porque a mayor bagazo habrá más temperatura (D) y a mayor temperatura mayor es el movimiento de las partículas y el vacío entre ellas y así el proceso será más rápido (J). (Las cursivas y los subrayados son nuestros)

En el desarrollo del postest se evidencia para el estudiante E3 un cambio en los niveles de la calidad del argumento. Su texto argumentativo presenta conclusiones (C), justificaciones (J), datos (D), e incluye un contraargumento (CA), presentando otra opción posible para hacer más eficiente el proceso. Además, los datos y las justificaciones dan un apoyo contundente a la conclusión. El argumento como un todo explica muy bien el interrogante; todo ello lo ubicaría en el quinto nivel de calidad del argumento.

Las figuras 3 y 4 esquematizan los resultados generales de los pretests y postest de cada uno de los estudiantes que hicieron parte de la muestra. Ahí se puede evidenciar que, al finalizar la unidad didáctica, los estudiantes presentaron un cambio en cada una de las categorías trabajadas.

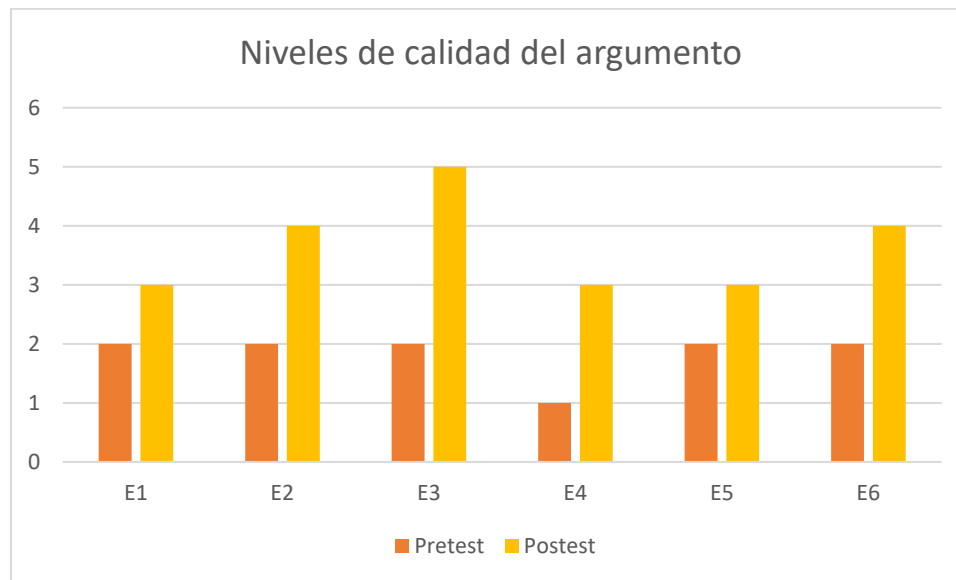
Figura 3. Niveles explicativos de los estudiantes en el pretest y el postest



Fuente: elaboración propia



Figura 4. Niveles de calidad del argumento de los estudiantes en el pretest y postest



Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que existen procesos argumentativos en los estudiantes, pero que sus textos argumentativos tienen un nivel de calidad 2. Estos presentan algunos elementos de argumentación como conclusiones y datos o justificaciones; sin embargo, manejan un lenguaje cotidiano, propio de sus vivencias (Tamayo, 2011). Con posterioridad a la aplicación de la unidad didáctica, los estudiantes cambiaron el nivel de calidad del argumento, ya que en los argumentos del postest, además de los componentes estructurales del argumento, está presente un lenguaje científico escolar que hace uso de modelos explicativos. Esto obedece a la intervención didáctica que atañe a los instrumentos aplicados al aprendizaje del concepto. Es así como Tamayo (2011) afirma que “la presencia de respaldos teóricos sólidos sin lugar a dudas es un aspecto que se logra con la escolarización” (p. 228).

Los argumentos del postest presentan además mayor uso de conectores que facilitan la comprensión de los argumentos. Los más utilizados por los estudiantes son “porque”, “así”, y “ya que” para presentar una justificación o un dato. De tal modo, escribir los textos ayuda a los estudiantes a explicitar y precisar más sus argumentos, lo que se evidencia en el uso de conectores (Sardà & Sanmartí, 2000).

En tanto, la actividad del postest planteaba a los estudiantes una situación problema de su contexto. Al pedirles que escribieran un texto argumentativo no solo utilizaron los componentes de la estructura de un argumento que aprendieron en clase, sino que además la mayoría de ellos usó términos vistos en clase para las justificaciones y datos



de sus argumentos. Así, los estudiantes utilizaron la argumentación para “pensar en un mundo a partir de los modelos teóricos [...] comunicando adecuadamente los modelos científicos” (Revel & Audriz-Bravo (2014).

En cuanto al concepto teórico que se estaba estudiando, también hubo un cambio en los niveles explicativos, aunque no todos alcanzaron el mismo nivel. En el postest se evidenció que los estudiantes ya no comprendían los estados básicos de agregación de la materia solo desde lo macroscópico, sino que tenían una visión microscópica de estos estados, reconociendo la existencia de partículas, el vacío entre ellas y su movimiento (Benarroch, 2000). Aquello contribuyó a que los estudiantes diferenciaron los estados básicos de agregación de la materia y explicaran su comportamiento. Gómez et al. (2004) mencionan que los estudiantes no utilizan estas explicaciones de forma espontánea pero sí cuando se les induce de alguna manera. Sin embargo, en el caso del instrumento “Panela rápida”, aunque a los estudiantes no se les indujo a usar estas explicaciones, las utilizaron para plantear justificaciones y datos que les dieran mayor validez a sus argumentos, alejándose un poco del lenguaje cotidiano. Se evidenció así una relación significativa entre el aprendizaje del concepto de los *estados básicos de agregación de materia*, y el fortalecimiento de la argumentación de los estudiantes.

CONCLUSIONES

Se observa que los estudiantes de noveno grado tenían un nivel explicativo muy bajo para su nivel escolar. Este resultó enfocado en lo macroscópico, y se desconoció la naturaleza discontinua de la materia.

Los estudiantes de noveno grado presentaban un nivel de calidad del argumento 2, es decir que hacían uso de la argumentación antes de la intervención didáctica. Sin embargo, sus argumentos solo presentaban justificaciones basadas en sus vivencias.

En cuanto a los espacios para promover la argumentación, aunque fueron orientados a la argumentación escrita, se evidenció un avance en los niveles de calidad del argumento. Aquello no solo se observó en cuanto atañe a su estructura, sino a la pertinencia y la coherencia, así como también a un mejor uso del lenguaje científico escolar.

Se evidenció una relación importante entre el aprendizaje del concepto de *materia* y el fortalecimiento de la argumentación de los estudiantes. Aquello ocasionó un cambio en los niveles explicativos iniciales, que se



transformaron en unos más cercanos al conocimiento científico escolar, y también orientaron un cambio en los niveles argumentativos.

REFERENCIAS

- Benarroch, B. A. (2000). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 236-246. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21663>
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29900107>
- Cisterna, F. (2007). *Manual de metodología de la investigación cualitativa para educación y ciencias sociales. Texto de apoyo a la docencia*. Universidad del Bío Bío. Recuperado de <http://educagratias.cl/moodle/mod/resource/view.php?id=7857>
- Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). *Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research*. Reino Unido: Springer Science – Business Media BV.
- García, C. G., & Ruiz, F. J. (2016). *Aprendizaje basado en problemas y la argumentación, herramientas para promover cambios en los modelos explicativos sobre IAM* [Tesis de maestría]. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- García-Castro, G., Ruiz-Ortega, F. J., & Mazuera-Ayala, A. (2018). Desarrollo de la argumentación y su relación con el ABP en estudiantes de ciencias de la salud. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 14(1), 82-94. <https://doi.org/10.17151/rlee.2018.14.1.5>
- Gómez-Crespo, M. A., Pozo, J. I., & Gutiérrez, M. S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*, 15(3), 198-209. Recuperado de <https://repositorio.uam.es/handle/10486/665402>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/22008>



- Jiménez, V., & Comet, C. (2016). Los estudios de casos como enfoque metodológico. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(2). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5757749>
- Larraín, A., Freire, P., & Olivos, T. (2014). Habilidades de argumentación escrita: una propuesta de medición para estudiantes de quinto básico. *Psicoperspectivas. Individuo y Sociedad*, 13(1), 94-107. <https://doi.org/10.5027/PSICOPERSPECTIVAS-VOL13-ISSUE1-FULLTEXT-287>
- Ley 115 del 8 de febrero de 1994. *Ley General de Educación*. Diario Oficial de la República de Colombia, Bogotá, N. 41214, 8 de febrero de 1994. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Revel, A., & Adúriz-Bravo, A. (2014). La argumentación científica escolar. Contribuciones a la alfabetización de calidad. *Pensamiento Americano*, 7(13), 113-122. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11336/41644>
- Ruiz, F., Márquez, C., & Tamayo O. E. (2014). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 53-70. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.985>
- Ruiz, F., Márquez, C., & Tamayo O. E. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Edução e Pesquisa*, 41(3), 629-643. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-9702201507129480>
- Salamanca, A. B., & Blanco, C. M. (2007). El diseño en la investigación cualitativa. *Nure Investigación*, (26), 1-6. <https://nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/330/321>
- Sardà, J., & Sanmartí, N. P. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-423. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11162/23315>
- Tamayo, O. E. (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *HALLAZGOS. Universidad Santo Tomás*, 9(17), 211-233. <https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2012.0017.10>
- Tamayo, O. E., Vasco, C. E., Suarez de la Torre, M. M., Quinceno, C. H., García Castro, L. I., & Giraldo, 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.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

