



## La argumentación y cambio químico en el aula multigrado

*The argumentation and chemical change in the multigrade classroom*

Andrea Villegas Monsalve<sup>1</sup>, Diana Marcela Ocampo Serna<sup>1</sup> y Francisco Javier Ruiz Ortega<sup>1</sup>

Recepción: 21/01/2021

Aceptación: 09/06/2022

### Resumen

Este trabajo tiene como objetivo, caracterizar los aportes de la argumentación en el aprendizaje del concepto de cambio químico en el aula multigrado. La propuesta consiste en identificar los modelos explicativos del concepto de cambio químico y niveles de argumentación usando como pretexto la fermentación, desde una práctica cotidiana relacionada con la fabricación de la chicha. La metodología fue cualitativa con un enfoque descriptivo comprensivo; la información fue recolectada mediante el cuestionario inicial y final y la unidad didáctica. Se tomaron como modelos conceptuales sobre cambio químico ya validados y la argumentación se ubica en la perspectiva Toulminiana. Los resultados obtenidos muestran un cambio en el modelo explicativo y en el nivel de argumentación, presentando argumentos más estructurados y con elementos estructurales más definidos y con una clara relación entre ellos.

### Palabras clave

Argumentación, representaciones, cambio químico, multigrado y fermentación.

### Abstract

The objective of this work is to characterize the contributions of the argumentation in the learning of the concept of chemical change in the multigrade classroom. The proposal consists of identifying the explanatory models of the concept of chemical change and levels of argumentation using fermentation as a pretext, from a daily practice related to the manufacture of chicha. The methodology was qualitative with a comprehensive descriptive approach; the information was collected through the initial and final questionnaire and the didactic unit. They were taken as conceptual models on chemical change already validated and the argument is located in the Toulminian perspective. The results obtained show a change in the explanatory model and in the level of argumentation, presenting more structured arguments and with more defined structural elements and with a clear relationship between them.

### Keywords

Argumentation, representations, chemical change, multigrade and fermentation.

<sup>1</sup> Universidad de Caldas, Colombia.

## Introducción

La educación rural presenta desafíos como la movilización de los estudiantes de una zona a otra por los tiempos de cosecha, la falta de conectividad y transporte debido a las condiciones geográficas, la heterogeneidad de edades y diversos ritmos de aprendizajes presentes en el aula; por tal motivo requieren de estrategias personalizadas y flexibles (Colbert, 2006). Estrategias como: la escuela nueva, postprimaria, telesecundaria, modelo de educación media académica rural (MEMA), etnoeducación, educación indígena; modelos que tienen en común el aula multigrado, donde se encuentran combinados dos o más grados con un único docente (Zambrano, 2013).

Un elemento clave en este tipo de aula son las guías de autoaprendizaje que promueven aprendizaje cooperativo y activo centrado en el estudiante, sin embargo, existe una carencia de textos y materiales educativos apropiados y coherentes para el aula multigrado (Colbert, 2006; Bustos, 2014), que dificulta el desarrollo de habilidades de pensamiento superior, ya que son pocas las actividades presentes que piden una explicación o argumentación de las preguntas o de las actividades en las cuales se exige tomar decisiones a los estudiantes (Márquez y Prats, 2010; Solbes, Ruiz y Furió. 2010).

Por otro lado, la literatura reporta pocas investigaciones realizadas en el aula multigrado sobre argumentación, entre ellas se destaca el trabajo de Liza y Rodríguez (2018), quienes reconocen la importancia de desarrollar la competencia argumentativa en la zona rural, mediante la incorporación de controversias socio científicas; también se identificó el trabajo de Boix et al. (2014) quienes estudian la argumentación oral en los primeros años escolares, encontrando que las habilidades discursivas y argumentativas, mejoran en la medida en que los estudiantes establecen interacciones entre sí, igualmente, otra de las investigaciones reportadas hace referencia a que el lenguaje multimodal en los procesos argumentativos enriquece el concepto y aporta a la compresión del concepto como lo demuestra Ocampo (2018), donde el contexto del estudiante debe ser fundamental para el aprendizaje de algunos conceptos como el cambio químico y que Motato, (2017) ratifica en su investigación utilizando el proceso de trasformación del café para la enseñanza de grupos funcionales y cambio químico en un aula multigrado.

Bajo el panorama antes descrito, el artículo presenta una propuesta para enriquecer las propuestas orientadas al desarrollo de la argumentación en el aula de ciencias, como pretexto para alcanzar procesos de enseñanza y aprendizaje más pertinentes y eficaces en los contextos rurales. De ahí que la propuesta que se expone a continuación tuvo como objetivo caracterizar los aportes de la argumentación en el cambio de los modelos explicativos sobre el concepto de cambio químico de los estudiantes en un contexto de aula multigrado, usando como pretexto de enseñanza la fermentación alcohólica y acética, a través de la elaboración de la "chicha", que es una bebida fermentada tradicional colombiana, obtenida a partir de cereales o frutas.

Importante precisar que, los modelos explicativos sobre cambio químico, se interpretaron con el apoyo de la propuesta de Solsona e Izquierdo (1999, ver tabla 2) y, para el caso específico de la investigación, se asume que los modelos explicativos son artefactos epistémicos que median los procesos de co-construcción de conocimiento escolar en el aula (Cardozo, López y Tamayo, 2019) y el cambio químico como el proceso

donde "Las sustancias se transforman en otra u otras sustancias cuyas propiedades son diferentes de las sustancias que se pusieron en contacto" Raviolo (2008). En este sentido se asume, además, que la identificación, intervención y evaluación, demanda de los docentes "acciones, conscientes e intencionadas de los profesores en función de diseñar ambientes de enseñanza y aprendizaje (Lukin, 2013, citado por Cardozo, López y Tamayo, 2019, p. 4). pertinentes para cambio en los modelos explicativos de los estudiantes.

La otra categoría central de este proceso fue la argumentación, entendida como un proceso de interacción comunicativa y una práctica epistémica que posibilita la co-construcción del conocimiento científico en el aula de clases (Ruiz, 2012; Jiménez-Aleixandre, 2010; Osborne, 2000), de tal manera que el estudiante pueda comprender el mundo que lo rodea y comunicar sus ideas al acercarse a la práctica científica, igualmente las técnicas discursivas promueven también actitudes y valores hacia la ciencia (Ruiz y Ocampo, 2019).

En esta investigación el modelo utilizado para el análisis de los procesos argumentativos desarrollados por los estudiantes, se ubica en la perspectiva de Toulmin (2007), para quien la argumentación es una práctica universal y dependiente del campo; este modelo permite que el estudiante comprenda la estructura del argumento, basado en una serie de seis componentes (datos, justificación, fundamento, calificador modal, refutación y conclusión) y su relación, que parte de unos datos para llegar a una conclusión avalada por una ley o justificación, apoyada por un respaldo (Buitrago, Mejía y Hernández, 2013).

Para realizar el análisis de los argumentos según el modelo argumentativo de Toulmin (2007), se tomó como base la rejilla de argumentación de Ruiz (2012), con algunas modificaciones realizadas por Ruiz, que presenta seis niveles de argumentación, con algunas subdivisiones, teniendo en cuenta si hay relación o no entre los elementos del argumento.

## Metodología

La investigación presentó un análisis con un alcance descriptivo-comprensivo. Descriptivo, debido a que se busca especificar las características predominantes en el grupo, en lo concerniente a la relación de la argumentación y la apropiación del concepto de cambio químico, reflejadas en los resultados obtenidos al inicio y al final del proceso.

Para el análisis de corte comprensivo se realiza un seguimiento detallado a dos estudiantes en cada fase de la investigación, estudiantes que fueron seleccionados teniendo en cuenta la participación, cambios del modelo explicativo del cambio químico y avances en sus procesos argumentativos.

Los participantes fueron 16 estudiantes quienes conformaron el grado 8º-9º en un contexto multigrado rural, conformado por 12 mujeres y 4 hombres entre los 13 y 16 años.

Los instrumentos utilizados para la obtención de información fueron dos; primero, un cuestionario, aplicado al inicio y al finalizar el proceso. Este instrumento consta de ocho preguntas abiertas o situaciones enfocadas a indagar sobre el proceso de elaboración de la chicha (bebida común en la región donde se encuentra inmersa la institución). A continuación, se describe este primer instrumento:

## Cuestionario

Lucía desea elaborar una bebida tradicional de los indígenas desde la época prehispánica, denominada chicha, para esto se le ha recomendado analizar dos procedimientos. Ella requiere le ayudes a tomar la mejor decisión. Por esto pide respondas a una serie de preguntas teniendo en cuenta cada uno de los dos procedimientos que se describen a continuación:

### Procedimiento uno:

#### ***Materiales:***

Recipiente de 4 l (litros) con tapa, 250 g (gramos) de cáscara de piña, 500 g de azúcar o panela, 3 l de agua.

#### ***Acciones:***

- Mezclar en un recipiente de 4 l todos los ingredientes: 250 g de cáscara de piña, 500 g de azúcar y 3 l de agua
- Tapar herméticamente el recipiente
- Ubicarlo en un lugar oscuro por 2 semanas.

### Procedimiento dos:

#### ***Materiales:***

Es el mismo procedimiento anterior, sólo que no tapas el recipiente.

Ante los dos posibles procedimientos, responde las siguientes preguntas:

- ¿Al terminar los días señalados para el proceso, podemos decir que obtenemos igual producto? ¿qué te hace pensar en dicha respuesta?
- ¿Cómo describirías lo que sucede con el azúcar al combinarse con el agua y la cáscara de piña en el momento de la preparación? ¿el proceso es el mismo en los dos recipientes? ¿Por qué?
- ¿Por qué se recomienda tener el recipiente en lugares oscuros?
- ¿En qué puede afectar al producto que se quiere obtener, tener el recipiente sellado o no? ¿Por qué?
- ¿Si pesáramos los recipientes con todos sus ingredientes antes y después de la reacción (descontando el peso de la tapa del recipiente sellado), qué resultado podemos obtener? ¿Por qué piensas eso?

- Representa en un dibujo el producto obtenido al final del proceso
- Entre las sustancias utilizadas para la elaboración de la chicha se encuentra el agua, la cual está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Para su formación es necesaria la reacción entre el hidrógeno diatómico ( $H_2$ ) y el oxígeno diatómico ( $O_2$ ), liberando energía en el proceso.
- Realiza la reacción balanceada de la formación del agua y represéntala gráficamente.

El segundo instrumento utilizado para la obtención de la información, fue la guía didáctica como pretexto de intervención de los modelos explicativos identificados tras la aplicación del cuestionario.

El análisis de los datos que se presentan en esta oportunidad, responden a la información obtenida tras las dos aplicaciones del cuestionario. Es importante precisar que este análisis se hizo de manera independiente para cada categoría estudiada; para los modelos se utilizó el modelo de Solsona e Izquierdo (1999) (tabla 2) y para los niveles argumentativos la rúbrica de Ruiz (2012), con algunas modificaciones realizadas por Ruiz. (tabla 3).

Modelos Solsona e Izquierdo (1999)	Descripción
Modelo incoherente del cambio químico	El texto global no presenta coherencia, se encuentran varios elementos y definiciones sin conexión, donde no hay una explicación sobre el cambio químico, no utiliza terminología ni microscópica, ni macroscópica.
Modelo mecánico	La coherencia del texto, los ejemplos son teóricos y se fundamenta en un nivel microscópico, se habla del cambio de la estructura interna de la materia sin dar importancia a los fenómenos, relaciona lo que cambia y no lo que se conserva.
Modelo cocina	El texto es coherente a nivel global, se fundamenta en torno a los fenómenos, la terminología es predominantemente macroscópica, relaciona lo que cambia y no lo que se conserva.
Modelo interactivo	El texto es coherente a nivel global, hay una relación entre el nivel de explicación macroscópica y microscópica, se fundamenta en la formación de nuevas sustancias que sustituyen las sustancias iniciales.

**TABLA 2.** Modelos de interpretación de cambio químico Solsona e Izquierdo (1999).  
 Fuente: elaboración propia.

Nivel	Criterio de valoración, relación de los elementos estructurales
1	conclusión o dato
2a	Datos y 1 conclusión, sin conexión
2b	Datos y 1 o más conclusiones con relación
3a	Conclusión o dato y justificación sin relación
3b	Conclusión o dato y justificación con relación
4a	conclusión y/o datos, justificación sin relacionar el dato con la conclusión
4b	Conclusión y/o datos, justificación que relaciona el dato con la conclusión
5a	Con fundamento teórico débil
5b	Con fundamento teórico fuerte
6	datos, conclusión, justificación respaldo teórico y posibles contraargumentos

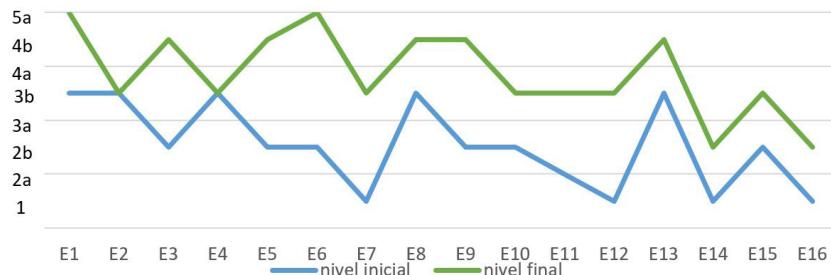
**TABLA 3.** Rejilla de niveles de argumentación Ruiz (2012). Fuente: elaboración propia.

## Resultados

Los resultados que se presentan a continuación muestran inicialmente, el carácter descriptivo de la investigación y luego, se exemplifica desde la respuesta del estudiante E1 el carácter comprensivo del estudio que permite profundizar en la respuesta al porqué del cambio en los modelos explicativos de los estudiantes. Importante anotar que nuestro objetivo en esta oportunidad es mostrar el proceso de cambio en los modelos explicativos y en los procesos argumentativos, como posibilidad para orientar prácticas de maestros y maestras que permitan realizar procesos evaluativos en los que se indique el progreso gradual de las y los estudiantes en sus aprendizajes.

Como se muestra en el gráfico 1 al comparar los niveles de argumentación al inicio y final de proceso se evidencia un cambio en los niveles argumentativos, lo cual nos indica que el 87.5% presentó cambios positivos, al elaborar y exponer argumentos más estructurados.

**Comparación niveles de argumentación**



**GRÁFICO 1.** Comparación entre el cuestionario inicial y final frente al nivel de argumentación.  
 Fuente: Autoría propia

En cuanto al nivel de la argumentación según Ruiz (2012) se evidenció un cambio positivo. Al inicio del proceso, las respuestas de algunos estudiantes se sustentaron en afirmaciones y justificaciones poco estructuradas o que obedecían a suposiciones de orden experiencia: "Que al tenerlo sellado puede fermentar mejor que no tenerlo sellado (C), porque al tenerlo sellado no se va a salir el aire y todo lo que está por dentro y no el abierto. (J)". Al final del proceso se notó la presencia de argumentos más estructurados que contienen datos, conclusiones, justificaciones y en ocasiones referentes teóricos que fortalecen la argumentación frente al proceso de fermentación; y el uso de calificadores como "podría": Pues que el sellado no va recibir oxígeno (D) y como es anaerobio (J) va a dar resultado etanol (FT) (C) y pues el que no está cerrado va a recibir oxígeno (D) ya no sería anaerobio sino aerobio (J) y su resultado no va ser etanol sino ácido acético(C) (ver tabla 4).

Con respecto al modelo explicativo del concepto de cambio químico, se pudo determinar que los estudiantes presentan un modelo híbrido, al tener características del modelo incoherente y cocina al inicio del proceso y al final entre el modelo cocina e interactivo. En el primer caso, las respuestas brindan una explicación del cambio a nivel físico al exponer propiedades organolépticas (olor y sabor): "*puede tener otro olor y sabor*", reconocen qué cambia, pero no qué se mantiene en una reacción química, al manifestar "*No va a pesar lo mismo por lo que las cáscaras ya se han desasido*", indicando una mayor masa debido a la degradación de las cáscaras de piña. De igual manera, usan poca terminología relacionada con el proceso de fermentación y cambio químico, al no diferenciar entre cambios físicos y químicos, criterios que evidencian un modelo cocina, sin embargo, otras de sus respuestas no presentan una explicación del cambio ni a nivel macroscópico o microscópico usando términos como, "*el producto está dañado o putrefacto*", o "*para obtener un producto más fuerte*", sin indicar a qué hacen referencia.

Estudiante	Respuesta Iniciales	Respuesta Finales	Cambio Identificado
E3	Yo creo que pesan lo mismo (C) porque todos tienen la misma cantidad (J)	El mismo (C) por la ley de conservación de la materia (D) (RT), que dice que todo lo que empieza tiene que terminar (J), el destapado pesa menos (C), porque no tiene gas (J)	Reconoce la conservación de la materia en una reacción química y que la masa final es la misma que a inicial, por otro lado, en el recipiente abierto al escapar el gas después de la reacción la masa final será menor a la inicial. Se encuentra en sus argumentos datos, conclusiones y justificaciones con un sustento conceptual.
E6	Que al tenerlo sellado puede fermentar mejor que no tenerlo sellado (C), porque al tenerlo sellado no se va a salir el aire y todo lo que está por dentro y no el abierto. (J)	Pues que el sellado no va recibir oxígeno (D) y como es anaerobio (J) va a dar resultado etanol (FT) (C) y pues el que no está cerrado va a recibir oxígeno (D) ya no sería anaerobio sino aerobio (J) y su resultado no va ser etanol sino ácido acético(C)	Reconoce que hay una fermentación aerobia y otra anaerobia, por lo que los productos obtenidos son diferentes, utilizando una terminología asociada al concepto, reconociendo que se da la formación de una nueva sustancia como es el caso del etanol y el ácido acético. Se encuentra en sus argumentos datos, conclusiones y justificaciones con un sustento conceptual.

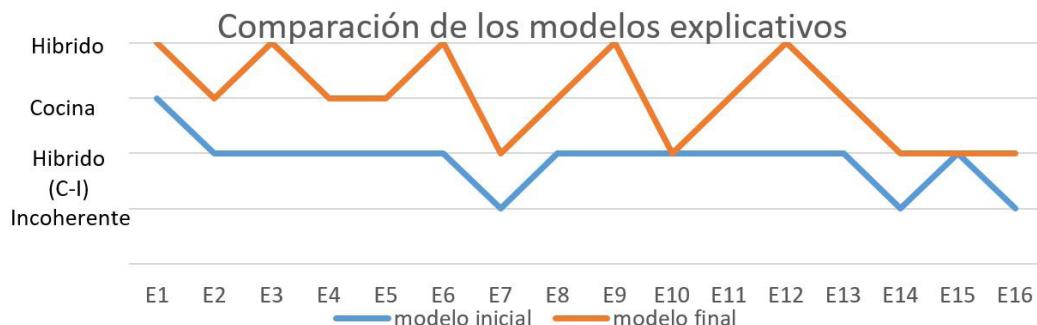
**TABLA 4.** Cambios identificados en las respuestas del cuestionario inicial y el cuestionario final.

En el segundo caso (modelo de cocina-interactivo), los estudiantes explican nuevamente el cambio desde un nivel macroscópico pero esta vez reconocen la formación de nuevas sustancias, usan un lenguaje relacionado con el proceso de fermentación y cambio químico, diferencian entre la fermentación aerobia y anaerobia y distinguen la ley de conservación de la materia, al comprender qué cambia, pero también qué es lo que se mantiene como la masa y los átomos, características del modelo interactivo (tabla 4).

Con estos resultados se puede evidenciar el papel de la argumentación en el aprendizaje del concepto del cambio químico, en donde, a mayores niveles de los argumentos construidos, sustentados no sólo en los lenguajes utilizados, sino también, en la relación de los elementos constituyentes de los argumentos, se tienen mejores comprensiones sobre los conceptos objeto de aprendizaje; aquí se muestra cómo los estudiantes no sólo explican el cambio desde lo observable, como el color, el olor, la formación de gas, etc., sino también desde la formación de nuevas sustancias, al involucrar el nivel simbólico y el microscópico.

Al comparar los modelos explicativos del cambio químico en el cuestionario inicial y final (Grafico 2), se evidencia que el 87,5% de los estudiantes lograron una evolución de un modelo a otro, explicando el cambio químico desde la formación de nuevas sustancias (tabla 4), no todos los estudiantes logran el cambio (ver el caso de estudiantes E10 y E15), sin embargo, sus respuestas presentan mayor coherencia.

**GRÁFICO 2.** Comparación de los modelos explicativos del cuestionario inicial y final. Fuente: Autoría propia



Ubicados en fase más comprensiva de interpretación de los resultados, se puede afirmar que en el cuestionario inicial el estudiante E1 (utilizado como exemplificación de seguimiento durante todo el proceso) presenta un modelo cocina, caracterizado por la ausencia de elementos conceptuales claros sobre el cambio químico y su asociación con el proceso de fermentación. En sus respuestas se identifican evidencias a nivel macroscópico o cambios a nivel físico del fenómeno, al mencionar un cambio en el sabor, "*quede con un buen sabor*" o al decir "*tomen el sabor necesario*". Es un modelo que no da respuesta a qué se mantiene y que expone algunas posibles confusiones entre la relación masa y peso: "*Depende de la cantidad de ingredientes podría dar cualquier peso*". Por otro lado, no reconoce que el proceso que está ocurriendo es la fermentación, pese a ello, hay referencias en las respuestas del estudiante que podrían asociarse con el fenómeno estudiado: "vinagre, ingreso de oxígeno, concentración", ya que la presencia de vinagre se debe a una fermentación acética que es un proceso aerobio (presencia de oxígeno) donde el etanol se oxida para formar ácido acético y agua, por la acción de algunas bacterias. Distingue al oxígeno como reactivo, pero no cuáles son los productos de la reacción; situación que exige, quizás, tener mayor información para identificar con más detalle la comprensión de la fermentación y por consiguiente del cambio químico.

Pregunta	Respuesta
1	No (C), porque el recipiente debe mantenerse tapado para que no se vinagre porque si se deja destapado se podría (CM) vinagrar. (J)
4	Que se puede dañar y no quedar con buen sabor, en cambio sellado se concentra muy bien los ingredientes y sabiendo bien (C) porque la que tiene tapa no le entra oxígeno y al que está abierto si (J)

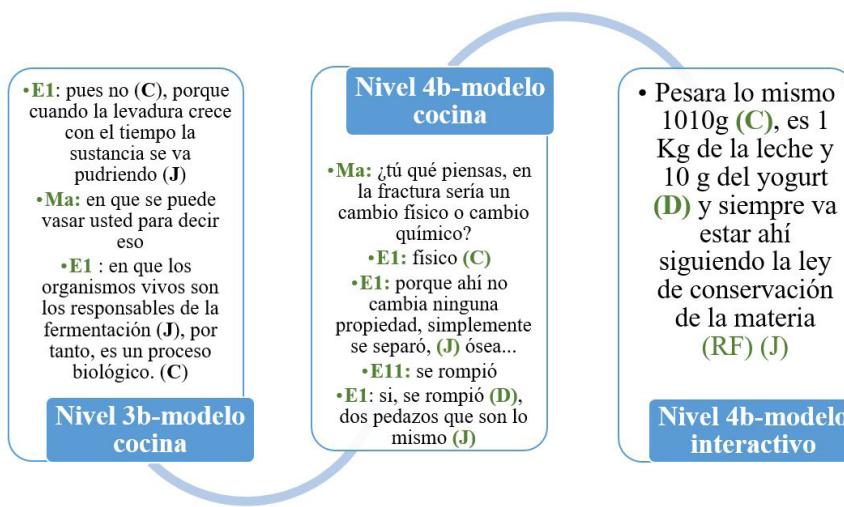
**TABLA 5.** Análisis de respuestas del cuestionario inicial.  
 Fuente: Autoría propia

Frente al nivel de argumentación, el estudiante se encuentra en un Nivel 3b, al generar conclusiones y brindar justificaciones dadas desde la intuición, es decir, ausente de referentes teóricos (tabla 5). Al analizar la relación de los componentes estructurales de los argumentos: conclusión y justificación, se puede decir que la justificación proporciona detalles que explican la conclusión, al manifestar que el recipiente abierto se puede dañar o vinagrar debido a la presencia de oxígeno, sin embargo, sus argumentos carecen de datos y evidencias que respalden la conclusión: en consecuencia, es importante que los argumentos puedan estructurarse desde la incorporación de datos, pues permiten distinguir conclusiones sustentadas de las opiniones, además de desarrollar procesos experimentales, planteamiento de hipótesis y generar nuevas preguntas (Jiménez Aleixandre, 2010).

Con la realización de las diferentes actividades presentes en la unidad didáctica, donde se aborda la fermentación, la controversia de la fermentación, cambio químico y la ley de conservación de la materia, se puede detectar un cambio frente al nivel de argumentación

al pasar de un nivel 3b a 4b (Gráfico 3), ya que brinda, datos, conclusiones, justificaciones y fundamentos teóricos fuertes, que aportan mayor fuerza al argumento al usar términos e ideas que son aceptadas científicamente (Díaz, 2014) como la conservación de la materia en una reacción química.

El estudiante, también logra una apropiación del concepto de cambio químico por medio de experiencias cotidianas que pueden llegar a ser significativas para él, como la elaboración de chicha con cascarras de piña: En otras palabras, E1 logra cambio del modelo de cocina al modelo interactivo, que describe la fermentación no solo desde los cambios observables (olor y sabor), que son característicos de los productos formados como el etanol, ácido acético y ácido láctico según las condiciones del proceso, sino también al reconocer que no cambia o permanece en una reacción química, como la masa (Ver gráfico 3), ya que, se conserva la identidad y número de los núcleos atómicos; es decir, que los átomos siguen siendo los mismos, pero las moléculas cambian, de modo que la masa de los reactivos es igual a la masa de los productos, este principio constituye el enunciado de la ley de conservación de la masa de Lavoisier. (Sardà y Sanmartí, 2000).



**GRÁFICO 3.** Respuestas a la unidad didáctica.  
 Fuente: Autoría propia.

En el cuestionario final el estudiante presenta un modelo híbrido entre cocina e interactivo (tabla 6), debido a que en sus explicaciones muestra una coherencia entre sus premisas, en algunas respuestas justifica el cambio a nivel físico al mencionar que "*queda de mejor sabor*", y en otras de sus respuestas se hace énfasis a la formación de nuevas sustancias al indicar que "*se produce ácido acético y en el que esta tapada se produce etanol*". El estudiante, entonces, reconoce que se genera una reacción química e identifica al ácido acético y el etanol como productos de la reacción; de igual manera, describe no solo qué cambia sino también lo que se mantiene, como es el caso de la masa, al indicar que "*la masa después del proceso sería la misma que la inicial en el recipiente sellado y que el abierto cambia debido a la liberación de CO<sub>2</sub>*". En definitiva, sus respuestas evidencian, cinco aspectos importantes: primero, interpretar la ley de conservación de la materia; segundo, reconocer la importancia de los gases en la fermentación, ya que identifica el oxígeno como reactivo y dióxido de carbono como producto de la reacción; tercero, usar una terminología relacionada con el proceso de fermentación y la diferencia entre la fermentación aerobia y anaerobia; cuarto, utilizar un nivel simbólico para fortalecer sus argumentos al usar la fórmula molecular del dióxido de carbono, características presentes en el modelo interactivo, y quinto, una comprensión

del fenómeno, al referirse al cambio químico más como un proceso donde ocurre la transformación de sustancias en nuevas sustancias, que como cambios observables como ocurría en el cuestionario inicial.

Pregunta	Respuesta
1	No (C), porque en el que esta tapado se produce un gas ( $\text{CO}_2$ ), (J) fue una fermentación anaerobia, la que estaba destapada era una fermentación aerobia, (FT) (C), porque le entra oxígeno y el $\text{CO}_2$ (J) se escapa en la cual se produce ácido acético y en el que esta tapada se produce etanol (D)
4	En que la destapada le pueden (CM) entrar vichitos le entra oxígeno y se escapa el $\text{CO}_2$ y el tapado queda atrapado el $\text{CO}_2$ (D) y se hace una buena fermentación (C), porque es anaerobia. (FT) (J)

**TABLA 6.** Análisis de respuestas del cuestionario final.

Un nivel 5a de argumentación (tabla 6), debido a que presenta argumentos más estructurados, que contienen elementos básicos de un argumento como lo son la justificación, la conclusión y el dato, además, incorpora referentes teóricos y usa un lenguaje científico y un nivel simbólico, que se evidencia en una mejor comprensión del concepto cambio químico, donde los datos son empíricos, al especificar las características de proceso como qué ocurre en cada recipiente y las características del producto, al mencionar que un recipiente se produce etanol y en otro ácido acético; las justificaciones son dadas desde un conocimiento conceptual que diferencia entre la fermentación aerobia y anaerobia.

Después de la intervención el estudiante E1, logra definir el cambio químico a partir de la interpretación de la fermentación y no desde la memorización o de la intuición, que involucra la formación de nuevas sustancias, pero también la conservación de algunos elementos relacionando el nivel macroscópico, microscópico y simbólico en sus respuestas, al usar una terminología científica e identificar no solo el cambio a nivel físico, sino también que se conserva como es el caso de la masa y los átomos, además de diferenciar entre la fermentación aerobia y anaerobia y comprender la ley de conservación de la materia, al encontrar una relación entre situaciones cotidianas y los conceptos abordados en el aula.

## Conclusiones

El trabajo dialógico y dialéctico ofrecido en las aulas multigrado y en donde la participación activa de los estudiantes fue el común denominador de los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitieron resultados favorables reflejados en lo argumentativo y lo conceptual.

En lo argumentativo, al aplicar la propuesta didáctica y analizar el cuestionario inicial y final se pudo determinar que los estudiantes aumentan su nivel de argumentación 4b y 5a; al exponer argumentos más estructurados que constan de datos, conclusión y justificación, empleando un lenguaje más cercano al científico, al incorporar en sus argumentos referentes teóricos.

Frente a lo conceptual, específicamente en el modelo explicativo, después de la aplicación de la intervención, los estudiantes siguen presentando un modelo híbrido, pero esta vez entre cocina e interactivo, debido que sus explicaciones no solo se basan en los cambios a nivel macroscópico sino en la formación de nuevas sustancias, apoyando sus explicaciones con representaciones propias del nivel simbólico.

La unidad didáctica permitió, en primer lugar, atender las características del aula multigrado en relación con las exigencias de naturaleza metodológica, pues con su construcción, desarrollo y evaluación, se focalizaron las temáticas y grados que constituyen este espacio de formación, por lo tanto, se considera una herramienta útil que puede ayudar a reducir la ansiedad del docente ante el compromiso de atender la diversidad y la contingencia de estas aulas. En segundo lugar, favoreció la consolidación, tanto de la argumentación como del modelo explicativo, al aportar al cambio en las dos categorías objeto de discusión, un hecho que sin duda aporta mejor compresión del concepto mejora la argumentación, al usar argumentos con mayor contenido científico.

Para otros procesos de comunicación de estas investigaciones que intervienen el aula, seguramente será relevante dar paso a compartir cuándo, cómo y por qué algunos de los estudiantes no obtienen los resultados esperados y exponer algunas estrategias que permitan aportar a la reducción de sus dificultades.

## Referencias

- Boix, R. y Bustos, A. (2014). La enseñanza en las aulas multigrado: Una aproximación a las actividades escolares y los recursos didácticos desde la perspectiva del profesor. *Revista Iberoamericana de evaluación educativa*, 7(3), 29-43.
- Buitrago, A., Mejía, N. y Hernández, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa*, 13(63), 17-39.
- Bustos, A. (2014). La Didáctica Multigrado y Las Aulas Rurales: Perspectivas y Datos para su Análisis, *Innovación Educativa*, 24, 119-131
- Cardozo, M. López, A y Tamayo, O. (2019) Modelos de inmunidad en estudiantes universitarios: su evolución como resultado de un proceso de enseñanza, *Revista Educ. Pesqui.*, 45, 1-21. [10.1590/S1678-4634201945184698](https://doi.org/10.1590/S1678-4634201945184698)
- Colbert, V. (2006) Mejorar la calidad de la educación en escuelas de escasos recursos. El caso de la Escuela Nueva en Colombia, *Revista Colombiana de Educación*, 51, 186-212.
- Díaz, A. (2014). *Retórica de la escritura académica. Pensamiento crítico y argumentación*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona (España): Graó.
- Liza, C. y Rodríguez, B. (2018). Argumentación en estudiantes del contexto rural, abordando la cuestión sociocientífica: agroquímicos. *Edición Especial Memorias IV Congreso de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCYT*. 1205-1277
- Márquez, C. y Prats, A. (2010). Favorecer la argumentación a partir de la lectura de textos, *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 39-49.
- Ocampo, L. (2018). *Interacción de los recursos semióticos y los procesos argumentativos realizados por los estudiantes en el aula de ciencias* (tesis de maestría). Universidad autónoma de Manizales - Colombia

- Raviolo, A. (2008). Las definiciones de conceptos químicos básicos en textos de secundaria. *Didáctica de la química*, 19(4), 215-323
- Ruiz, F.J. (2012). *Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en la clase de ciencias en la educación primaria*. (tesis doctoral). Universidad autónoma de Barcelona. Barcelona, España.
- Ruiz, F.J. y Ocampo, L.A. (2019). Relaciones de cooperación y especialización entre la argumentación y múltiples lenguajes en la clase de Ciencias. *Didacticae*, 5, 57-72.
- Solano, N. e Izquierdo, M. (1999). El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la escuela*, 38, 65-75
- Solbes, J., Ruiz, J. & Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 63, 65-75.
- Ocampo, L. (2018). *Interacción de los recursos semióticos y los procesos argumentativos realizados por los estudiantes en el aula de ciencias* (tesis de maestría) Universidad autónoma de Manizales. Manizales - Colombia
- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona, España: ediciones península.
- Zambrano, A. (2018). Modelo de educación flexible y competencias multigrado en instituciones educativas rurales de los municipios no certificados del Valle del Cauca-Colombia. *EDUCERE*, 22(71), 47-59.