

# Integración de estrategias didácticas y neurocientíficas para mejorar la motivación y el aprendizaje en cursos de química básica<sup>1</sup>

## Integration of didactic and neuroscientific strategies to improve motivation and learning in basic chemistry courses

## Integração de estratégias didáticas e neurocientíficas para melhorar a motivação e a aprendizagem em cursos de química básica.

A.I. González y L.A. Palomeque

Recibido: octubre 20 de 2016 - Aceptado: enero 13 de 2017

**Resumen**— En este trabajo se diseñó y aplicó una propuesta didáctica para facilitar la comprensión del tema equilibrio químico recurriendo a un contexto familiar para los estudiantes. La propuesta fue aplicada a una población de jóvenes de 16 años de edad, en promedio. El contexto utilizado fue el proceso de fabricación de yogur en una práctica de laboratorio bajo la estrategia metodológica de Enseñanza para la Comprensión (EpC). La propuesta además se basa en los fundamentos neurocientíficos del aprendizaje que tienen en cuenta la necesidad de generar estados de atención previos al trabajo académico, para mejorar la comprensión de conceptos y el paso de los mismos a la memoria de largo plazo, gracias a la estimulación multi-sensorial; esta estimulación puede mejorar las debidas conexiones sinápticas. La estimulación previa al trabajo académico dio como resultado un mejor estado de atención y motivación que permitió a los estudiantes realizar observaciones y análisis a nivel macroscópico, para finalmente comprender de manera precisa y adecuada el proceso químico de fermentación láctica, como un proceso reversible producido por la acción de microorganismos.

**Palabras clave** — EpC, equilibrio químico, estimulación multisensorial, fermentación láctica, motivación.

**Abstract** — This paper exposes a methodological approach that was designed and developed to facilitate the understanding of the topic chemical equilibrium; a familiar context for students was used. The proposal was applied to an average

population of about 16- year-old. The context was the process used to produce yogurt in a lab under the methodological strategy: Teaching for Understanding (TFU). The proposal also relies on neuroscientific foundations of learning that take into account the need to generate attention statements prior academic work, to improve understanding of concepts and pitch them to the long-term memory by stimulating multisensorial; this stimulation may improve better synaptic connections. Before starting the academic work, stimulation activities were conducted, which resulted in a state of attention and motivation that allowed students to make observations and analysis at the macroscopic level, to finally understand precisely the chemical process lactic fermentation, as a reversible process produced by the action of microorganisms.

**Key Words**— chemical equilibrium, lactic fermentation, multisensory stimulation, motivation, TFU.

**Resumo**— Neste trabalho foi desenhado e aplicado uma proposta didática para facilitar a compreensão do tema equilíbrio químico utilizando um contexto familiar para os estudantes. A proposta foi aplicada a uma população de jovens de 16 anos de idade em média. O contexto utilizado foi o processo de fabricação de iogurte num ensaio de laboratório sob a estratégia metodológica de ensino para a compreensão (EpC). Além disso a proposta se baseia nos fundamentos neurocientíficos da aprendizagem que consideram a necessidade de gerar estados de atenção prévios ao trabalho académico, para melhorar a compreensão de conceitos e o passo dos mesmos à memória a longo prazo, através da estimulação multissensorial; esta estimulação pode melhorar as devidas conexões sinápticas. A estimulação previa ao trabalho académico resultou como um melhor estado de atenção e motivação que permitiu aos estudantes realizar observações e análise a nível macroscópico, para finalmente compreender de forma precisa e adequada o processo químico de fermentação láctea, como um processo reversível pela ação de microrganismos.

<sup>1</sup>Producto derivado del proyecto de investigación “Herramienta didáctica para la comprensión del concepto de equilibrio químico a partir del proceso de fermentación láctica” del Grupo de Investigación en Enseñanza de la Química, Línea Motivación en Enseñanza de la Química.

L. Palomeque, Departamento de Química, Facultad de Ciencias - Universidad Nacional de Colombia; lapalomequef@unal.edu.co.

A. I. González Parra. Docente de Ciencias Naturales, Colegio Fernando Soto Aparicio, Bogotá (Colombia); aigonzalezp@unal.edu.co.

**Palavras chave— EpC, equilíbrio químico, estimulação multisensorial, fermentação láctea, motivação.**

## I. INTRODUCCIÓN

ALGUNOS científicos han sugerido que la neurociencia puede contribuir en las prácticas de educación [1] y, que es importante que los educadores tengan conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro para tener información adicional sobre el proceso de aprendizaje [2].

Conocer los elementos básicos del funcionamiento cerebral y lo relacionado con la estimulación sensorial a nivel de “la vista, el sonido, el tacto, el dolor, el olor, el sabor y la sensación de los movimientos corporales” [3], permitiría el uso de recursos educativos de mejor forma y un resultado exitoso con estudiantes [4]. En la actualidad, se conocen investigaciones interesantes relacionadas con la representación del lenguaje en el cerebro y cómo el aprendizaje realmente tiene lugar en un sentido neurológico, ya que la pérdida del lenguaje se relaciona con daños en el cerebro [1].

En el caso del aprendizaje de las ciencias naturales el nivel macroscópico es necesario para la representación mental y se construye con la información que proviene de los sentidos y que “está basada en propiedades organolépticas, visuales, auditivas y táctiles”. Además, los conocimientos que son familiares a las personas tienen algo tangible [5].

Sin embargo, a pesar de los avances importantes respecto a estas concepciones del aprendizaje y su base neurobiológica, lo que se observa en las aulas es la continuidad de un trabajo de repetición y de la perspectiva tradicional del maestro; nuestros profesores continúan repitiendo el esquema en el cual enseñar es dictar la clase a manera de discurso o clase magistral [6].

En este trabajo se abordó el concepto de equilibrio químico desde perspectivas innovadoras en varios aspectos como son: los elementos de la neurociencia, el modelo de Enseñanza para la Comprensión (EpC), el componente disciplinar abordado desde el contexto y, la importancia de las prácticas de laboratorio. Considerando lo anterior, se propone una metodología de componentes integrados que permite lograr un aprendizaje efectivo.

## II. ASPECTOS INTEGRADOS EN LA PROPUESTA

### A. Elementos de las neurociencias

La estimulación multisensorial es reconocida como una herramienta útil para favorecer procesos de atención y motivación. De acuerdo con Gómez y colaboradores [7], el movimiento es considerado de gran importancia en el aprendizaje, lo que ratifican otros autores como Ibarra [8], con la afirmación de que “*el ejercicio fortalece el ganglio basal, el cerebelo y el cuerpo calloso en el cerebro y si la forma de realizarlo es coordinada, se incrementa el nivel de neurotrophina, factor neuronal de crecimiento que igualmente genera un aumento de conexiones neuronales*”. Desde esta mirada, la Gimnasia Cerebral como mecanismo de estimulación para el aprendizaje puede generar una conexión entre cuerpo y mente [8]. Además, según el

postulado de Jensen [4], acerca de que la evidencia del aprendizaje es el recuerdo, se debe tener en cuenta que esto es posible porque la información está guardada en el banco de memoria a largo plazo (MLP), representando lo que ya sabemos y, controlando la significación que se da a nueva información sensorial.

Es importante mencionar que esta propuesta tuvo como eje de desarrollo las condiciones de la institución educativa donde se aplicó. En esta institución se tiene, como en otras, un proyecto educativo institucional que busca formar a los estudiantes de manera que puedan interactuar con su realidad de forma crítica y, que desafortunadamente a pesar de la planeación de actividades diferentes, presenta a los estudiantes un trabajo tradicional de los maestros.

Autores como Perkins (citado en [6]) explican la dificultad que se presenta para pasar del conocimiento sobre un tema a las acciones que se deben ver representadas en el trabajo de aula. Es decir, hay una gran distancia entre la teoría y la práctica a nivel didáctico. Las instituciones educativas pueden tomar iniciativas para identificar las características de los estudiantes respecto al aprendizaje en pro de cambiar los comportamientos respecto a los procesos académicos y de convivencia; esto se logra, por ejemplo, diseñando mallas curriculares donde el conocimiento disciplinar permita el auto-reconocimiento de habilidades individuales.

En la institución en donde se llevó a cabo la aplicación de la presente propuesta, se tuvo una experiencia piloto en la que se observó la diversidad en la percepción de la realidad de este grupo de estudiantes. En 2013 se realizó una caracterización amplia que contó con la participación de un gran número de docentes y estudiantes. Para la institución es importante identificar canales de percepción (preferencias de órganos sensoriales) buscando mejorar la motivación para la realización de actividades de clase, la comunicación con otros y el desempeño académico.

Dicho diagnóstico trabajado a nivel institucional, tuvo en consideración varias ópticas, ya que se aplicaron instrumentos relacionados con teorías como: Canales de Percepción (programación neurolingüística), Cerebro Total (teoría de Herrmann), Estilos de Aprendizaje (Teoría de Kohl), Inteligencias Múltiples (Teoría de Gardner) y Consideraciones de Riesgo Bio-psicosocial. La anterior consideración desde múltiples perspectivas, sirvió como base para aproximarse a un mejor conocimiento sobre la población estudiantil.

### B. Psicología cognitiva

La psicología cognitiva ha realizado serios cuestionamientos a la enseñanza tradicional. Algunas de sus consideraciones tienen que ver con que el aprendizaje se debe abordar como un proceso que cada persona realiza de manera particular e individual, por lo que la homogeneidad y los patrones de aprendizaje tradicionales quedarían descartados. Igualmente, esta psicología sugiere los desempeños de comprensión como elementos que permiten actuar de manera flexible, produciendo así posibilidades de reorganización, solución de problemas, creación de productos e innovación, todo esto

con la intención de que el conocimiento quede disponible para ser reconstruido y no para ser repetido como en la enseñanza tradicional [6].

Teniendo en cuenta estos cuestionamientos se tomó como base el marco conceptual de “Enseñanza para la Comprensión” (EpC), el cual es planteado como enfoque metodológico en la institución educativa en donde se trabajó. Este marco conceptual se originó bajo bases teóricas de autores como: Perkins, Perrone, Bruner, y Gardner, entre otros, y se presenta como una propuesta de planificación en el aula manteniendo una visión de certeza respecto a la capacidad de todos los estudiantes para comprender, siempre y cuando la enseñanza sea “pertinente” [6].

La planeación en el aula debe tener en cuenta cuatro preguntas fundamentales que generan los ejes de EpC; estas son: ¿qué tópicos vale la pena comprender? (lo que origina las metas de comprensión e hilos conductores); ¿qué aspectos de los tópicos deben ser comprendidos? (dando lugar a Tópicos generativos); ¿cómo podemos comprender la comprensión? (con lo cual se definen los desempeños de comprensión); ¿cómo podemos averiguar lo que comprenden los estudiantes? (lo cual determina una evaluación diagnóstica continua) [6].

### C. Estándares de Calidad

Los estándares de calidad nacionales de secundaria exigen el alcance de una competencia descrita como: “*Caracterizo cambios químicos en condiciones de equilibrio*” [9]. Teniendo en cuenta lo anterior, se buscó mejorar el manejo del tema con la contextualización e integración de un proceso biológico cercano a los jóvenes lo que propiciaría, además, que los estudiantes construyeran su conocimiento multidisciplinariamente. Se observó la necesidad de realizar esta contextualización debido a que esta competencia se aborda tradicionalmente sin una conexión clara con otros procesos del entorno vivo, lo que deja en evidencia la desarticulación de las asignaturas de las diferentes áreas. Según autores como Rocha, la integración de las temáticas y competencias es de gran importancia en la medida que permite que se “*involucren un gran número de ideas e interrelacionen otros temas fundamentales de la Química*” [10]. Considerando los aspectos mencionados anteriormente, se abordó el componente disciplinar desde referentes conceptuales basados en el modelo de cinética química que según Raviolo es más apropiado, ya que permite el aprendizaje en una forma macroscópica y representa un factor que brinda un enfoque tangible y menos abstracto que el termodinámico, que es el más actualizado [11].

### D. La experimentación en la enseñanza de la química

Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química general son un importante recurso, de acuerdo con varios estudios. Izquierdo y colaboradores [12] plantean la relevancia de estas prácticas en el aprendizaje de las ciencias siempre y cuando el estudiante “*sepa qué es lo que está haciendo*” para darle sentido a los hechos y, que la manera de ayudarlo a lograrlo es a partir de preguntas como: “*qué tengo ahí, qué hago, qué está pasando, cómo está pasando*”.

Molina y colaboradores [13] van un poco más allá planteando que “*si en la enseñanza de las ciencias experimentales el laboratorio no se inscribe como un argumento decisivo para el aprendizaje de la actitud científica, entonces esas ciencias, metodológicamente hablando, no se diferencian de las ideologías*”.

De igual manera, en el ejercicio profesional de los docentes “*los experimentos son utilizados para unir evidencia experimental con el aprendizaje de conceptos*” [14].

Con respecto al tema equilibrio químico en particular, se ha reportado que con el uso de prácticas de laboratorio se incrementaron los logros de los estudiantes sobre el concepto en comparación con estudiantes que recibieron educación tradicional basada en analogías [15]. En la presente propuesta, se decidió diseñar y ensayar una práctica de laboratorio de fabricación de yogur como proceso químico en el que interactúan diferentes variables y cuyas características organolépticas finales, permiten deducir el efecto de los cambios en estas variables de manera tangible. La guía de trabajo fue diseñada presentando al usuario lo siguiente: el objetivo de la práctica, los materiales necesarios, una breve descripción teórica del proceso de fermentación láctica y un procedimiento basado en la variación de las condiciones de trabajo para cada grupo. Este esquema permitiría socializar los cambios y concluir sobre el efecto de las diferentes variables.

## III. METODOLOGÍA

### A. Objetivos

El objetivo principal fue diseñar y aplicar una propuesta didáctica para la comprensión del concepto de equilibrio químico desde el proceso de fermentación láctica y basada en principios neurocientíficos de aprendizaje. Desde este objetivo se generaron los objetivos específicos como: determinar los pre-conceptos de los estudiantes acerca de cambios químicos, utilizar un ejercicio de gimnasia cerebral en el trabajo de aula con el fin de generar atención en los estudiantes, plantear y aplicar una práctica de laboratorio relacionada con el contexto de los estudiantes para motivar el trabajo de la resolución de problemas e integrar conceptos de carácter químico en el proceso biológico de fermentación, con el fin de facilitar la comprensión del Equilibrio Químico.

### B. Diseño de la práctica

La práctica de laboratorio buscó incluir en el trabajo de aula tres elementos básicos: fundamentos neurocientíficos del proceso de aprendizaje, elaboración de conceptos por parte del estudiante en una situación problema y la integración de conceptos biológicos y químicos. Estos elementos fueron trabajados bajo la estrategia metodológica de enseñanza para la comprensión (EpC).

El diseño del trabajo de aula contó con una actividad de preparación inicial (gimnasia cerebral), la cual buscó generar la atención necesaria para desarrollar el proceso cognitivo. Esta primera actividad es seguida de la actividad disciplinar y termina con la evaluación del proceso.

Se propusieron cuatro sesiones encaminadas a que los estudiantes comprendieran el concepto de equilibrio químico desde la visión macroscópica del proceso de fermentación láctica en la preparación de yogur. Estas sesiones son explicadas a continuación.

**Sesión uno:** en esta sesión se planteó la aplicación de un cuestionario a 60 estudiantes de grado décimo. El objetivo de este cuestionario fue determinar los preconceptos de los estudiantes relacionados con el tema de reacciones químicas. La duración de esta sesión fue de una hora. Este cuestionario estuvo orientado a medir la comprensión del concepto de reacción química y la ley de conservación de la masa, la representación simbólica de cambios en reacciones químicas y la capacidad de relacionar conceptos químicos con conceptos biológicos.

**Sesión dos:** para la segunda sesión se tomó como muestra un grupo de 23 estudiantes. En esta sesión se planteó como objetivo la socialización de los tópicos generadores, metas de comprensión, desempeños y evaluación. Igualmente, se hizo la aclaración de los conceptos previos de los estudiantes, de acuerdo a los resultados del cuestionario realizado en la sesión uno. Esta sesión se realizó en dos horas de clase, que iniciaron con la práctica de un ejercicio de gimnasia cerebral, seguida del proceso de aclaración de conceptos, socialización, aportes y evaluación.

**Sesión tres:** en esta sesión se realizó la práctica de laboratorio que inició con el ejercicio de gimnasia cerebral y continuó con el proceso de organización del curso en grupos, entrega de materiales, lectura de la guía de trabajo, realización del práctica, registro de resultados y evaluación del proceso. La guía de trabajo fue entregada a cada grupo y se caracterizó por presentar diferentes condiciones en el procedimiento como se muestra en la Tabla I.

TABLA I  
PASOS DE PROCEDIMIENTO EN LA GUÍA DE TRABAJO PARA LOS DIFERENTES GRUPOS

Grupo	1	2	3	4
Pasteurización	83 °C-85°C 30 minutos	83°C-85°C 30 minutos	83°C-85°C 30 minutos	83°C-85°C 30 minutos
Enfriamiento de la leche	10 minutos	10 minutos	10 minutos	20 minutos
Inoculación del cultivo y agitación	5 minutos	2 minutos	8 minutos	10 minutos
Incubación en nevera de icopor. (fermentación)	42 °C-43°C 6 horas	42 °C-43 °C 4 horas	20 °C 6 horas	42 °C-43 °C 3 horas
Enfriamiento	4 °C-5 °C 14 horas	8°C 12 horas	4°C-5°C 18 horas	4°C-5°C 8 horas

**Sesión cuatro:** en esta sesión se inició con el ejercicio de gimnasia cerebral, como las sesiones anteriores, y se llevó a cabo el proceso de análisis del producto obtenido por los

grupos de trabajo, seguido de la correspondiente socialización con el curso. Una vez terminada la socialización, se aclararon conceptos sobre equilibrio químico, se plantearon las conclusiones y finalmente, se hizo la evaluación final del desempeño.

#### A. Ejemplo de ejercicios de Gimnasia Cerebral

Ibarra [8] presenta una variedad de ejercicios que implican la movilidad de diferentes partes del cuerpo con el objetivo de lograr alertar el sistema vestibular, aumentar la atención cerebral, preparar el organismo para una respuesta de aprendizaje y mejorar la concentración, lo que en últimas favorece los procesos de enseñanza-aprendizaje. En la propuesta presentada se eligió un ejercicio que permite fijar la atención y se desarrolla de la siguiente manera: se escriben en una hoja las letras p, d, b, q, al azar, como se muestra en la Fig. 1. Luego se coloca la hoja en la pared a la altura de los ojos y se inicia el ejercicio de acuerdo con los siguientes pasos:

- Observar la hoja y cuando se vea la letra “p”, se pronuncia y a la vez se flexiona y se levanta la pierna izquierda.
- Cuando se vea la letra “d”, se pronuncia y se levanta el brazo derecho hacia arriba.
- Si la letra que se ve es la “q”, se pronuncia y se flexiona la pierna derecha levantándola.
- Observando la letra “b”, se pronuncia y se mueve el brazo izquierdo hacia arriba.

El ejercicio se hace al ritmo individual tratando de aumentar la velocidad. Según Ibarra [8], este ejercicio mejora la coordinación entre vista, oído y sensación, al igual que coloca el cerebro en alerta.

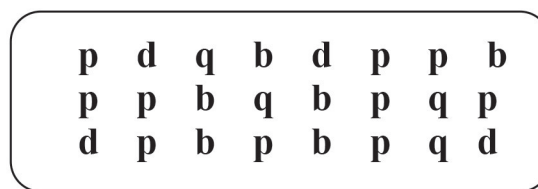


Fig. 1. Ejercicio de gimnasia cerebral.

#### B. Resultados

**Sesión Uno:** la prueba para determinar pre conceptos se realizó a 60 estudiantes de tres cursos y reveló dificultades de los estudiantes en los aspectos evaluados como: cambios físicos y químicos, reacciones químicas, representación simbólica, uso del lenguaje científico y relación entre reacciones químicas y procesos biológicos. Los cambios físicos fueron evaluados con preguntas referentes a eventos cotidianos y lo que sucede con las sustancias en un cambio químico. En el caso de las reacciones químicas se evaluó la comprensión de la ley de la conservación de la masa y las variables que inciden en la velocidad de la reacción.

Además, la simbología química se evaluó desde el manejo de la relación estequiométrica representada en reacciones



químicas a partir de ecuaciones químicas. Por último, la relación entre procesos biológicos y reacciones químicas fue evaluada con preguntas relacionadas a la fermentación alcohólica. En la Fig. 2, se muestran los principales resultados como aciertos y desaciertos.

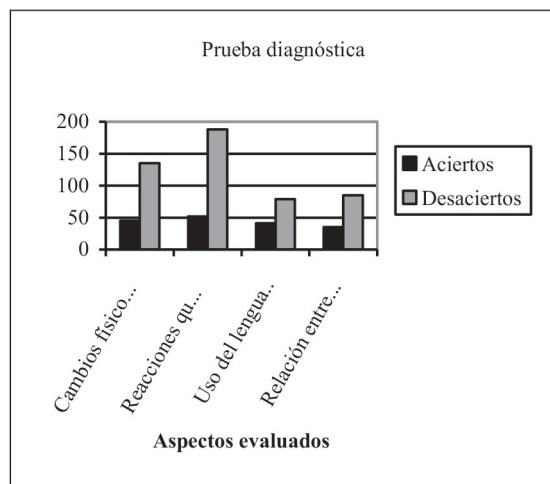


Fig. 2. Resultados de prueba diagnóstica.

Sesión dos: para la segunda sesión se trabajó con una población de 23 estudiantes, que realizaron un ejercicio de gimnasia cerebral al iniciar la clase, como lo hicieron en las sesiones consecutivas para fijar la atención. Este ejercicio permitió fomentar un ambiente de disposición positiva frente a las sesiones lo que permitió aclarar pre-conceptos y comprender los nuevos conocimientos sobre el equilibrio químico. El ejercicio realizado fue el planteado en el ítem C, que dio como resultado un mejor estado de concentración. En la Fig. 3 se puede observar el ambiente de aula. Se logró que la lectura de la guía se hiciera muy detenidamente y se fijó la atención en el desarrollo de la práctica.



Fig. 3. Estudiantes realizando el ejercicio de gimnasia cerebral y la lectura de la guía de trabajo en la sesión tres.

El trabajo de esta sesión fijó expectativas en los estudiantes respecto a la práctica de laboratorio, lo cual se manifestó en la participación y la abundancia de preguntas.

Sesión tres: en esta sesión el ejercicio inicial de gimnasia cerebral representó una oportunidad para el logro del nivel de atención necesario para la lectura de la guía. Esto significó una organización autónoma en el momento de desarrollar la práctica de laboratorio. Los estudiantes tenían claro lo que debían realizar y cumplieron su objetivo, realizando las observaciones y mediciones de manera correcta.

Estas observaciones permitieron afianzar los

conocimientos presentados en la sesión anterior ya que los estudiantes reconocieron que a medida que realizaban el proceso ocurrían cambios a nivel físico, los cuales se relacionaban con las sustancias presentes que estaban interactuando internamente convirtiéndose en otras.

Sesión cuatro: en esta sesión se logró realizar la socialización de datos obtenidos en la práctica donde los estudiantes trataron de interpretar el cambio de pH. Por tal razón expresaron que ocurría una disminución de pH porque existían dos sustancias diferentes (leche y ácido láctico). Igualmente, reconocieron que existía un cambio químico que expresaron como el cambio del azúcar de la leche (lactosa) que tenía un sabor dulce para producir un sabor agrio (ácido láctico). En esta socialización se obtuvieron datos sobre las propiedades físicas de las sustancias y cambios en el pH. Los estudiantes trataron de interpretar los cambios ocurridos y expresaron que ocurría una disminución de pH porque existían dos sustancias diferentes (leche y ácido láctico). Igualmente, reconocieron que existía un cambio químico que expresaron como el cambio del azúcar de la leche (lactosa) que tenía un sabor dulce para producir un sabor agrio (ácido láctico). En el caso de las propiedades físicas los estudiantes coincidieron en la observación de la viscosidad, olor, sabor y color de las sustancias y expresaron algunas frases como “sabe a dulce y agrio”. No realizaron preguntas respecto a las diferencias en los resultados. Al finalizar la socialización se realizó la explicación del carácter epistemológico del concepto de equilibrio químico y su relación con los resultados obtenidos por los diferentes grupos. En este punto los estudiantes se mostraron inquietos por el sabor del yogur obtenido y decidieron que querían mejorarlo. Al reconocer que debido a las instrucciones dadas para cada grupo, en algunos el tiempo de incubación había sido excedido y que por tal motivo el equilibrio se había desplazado hacia el ácido láctico, solicitaron permiso para conseguir dulce y así disminuir el sabor agrio. Realizar la explicación respecto del concepto equilibrio químico fue importante y pertinente para que los estudiantes comprendieran el proceso biológico ocurrido en la práctica experimental y presentaran soluciones frente a los resultados obtenidos en el producto final.

Debido a que uno de los objetivos era lograr la atención de los estudiantes y la motivación para el aprendizaje, se realizó una indagación de la percepción respecto a la dinámica que arrojó como resultado la satisfacción de los estudiantes y cuyos resultados se presentan en la Tabla II. Así mismo, se dejó un espacio para observaciones, inquietudes y sugerencias las cuales se enfocaron en aspectos como: satisfacción, diversión, mejoramiento del aprendizaje, aportes a la clase y mejoramiento del orden. Estos resultados se muestran en la Tabla III.

De igual manera, se realizó un proceso de autoevaluación y coevaluación de manera cuantitativa, en el cual se pudo evidenciar que los estudiantes fueron subjetivos utilizando la nota de 100 para su evaluación personal y la de sus compañeros. Sin embargo, la hetero-evaluación realizada por la docente reflejó las dificultades presentadas por cada grupo en el trabajo de conceptualización. Estas dificultades se observaron en el manejo del lenguaje científico y en un

grupo en especial en su baja participación y poca calidad de los aportes reflejados en las conclusiones presentadas en la guía. Este último aspecto explica lo ocurrido en la indagación de la percepción donde tres estudiantes se manifestaron en desacuerdo con el ítem de participación de todo el grupo.

TABLA II  
INDAGACIÓN DE PERCEPCIÓN DE LA DINÁMICA

CRITERIO	De acuerdo	En desacuerdo
El manejo del tema fue adecuado.	23	-
Existió comprensión y apropiación del tema.	23	-
Hubo participación de todo el grupo.	20	3
Le gustaron las actividades.	23	-
Recomendaría esta actividad y volvería a participar.	23	-

TABLA III  
OBSERVACIONES, INQUIETUDES Y SUGERENCIAS

Aspectos relacionados en observaciones y sugerencias	No. estudiantes
Satisfacción	14
Diversión	2
Mejoramiento del aprendizaje	4
Aportes a la clase	3
Mejoramiento del orden	1
Ninguna observación	8

### C. Conclusiones

El diseño y aplicación de la propuesta de trabajo de aula permitió organizar un proceso para cada sesión que contribuyó a generar un buen nivel de atención y facilitó el aprendizaje y comprensión del concepto de equilibrio químico. Este buen nivel se manifestó en una mejor disposición de la mayoría de estudiantes para realizar las actividades propuestas y hacer aportes importantes en el desarrollo de la clase.

Es importante conocer los conceptos previos de los estudiantes respecto al tema trabajado y realizar la retroalimentación necesaria para facilitar la comprensión. La estrategia de realizar preguntas y trabajar con base en las respuestas de los estudiantes, representa una ventaja frente al trabajo tradicional de exposición del maestro.

La estimulación a partir de un ejercicio de Gimnasia Cerebral tuvo impacto en la concentración de los estudiantes en las actividades realizadas y su correspondiente producción académica.

Relacionar los procesos biológicos y químicos en prácticas de laboratorio, permite a los estudiantes utilizar conceptos de manera integral para dar solución a situaciones problema como la presentada en el proceso de fabricación de yogur.

### REFERENCIAS

- [1] A. Nergis, «To what extent does neurolinguistics embody EFL teaching methods?», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 15, pp. 143-147, 2011.
- [2] M. S. Summak, a. E. G. Summak, y P. Ş. Summak, «Building the connection between mind, brain and educational practice; roadblocks

and some prospects», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 2, n.º 2, pp. 1644-1647, 2010.

- [3] E. Kandel, T. Jessell, y J. Schwartz, *Neurociencia y Conducta*. 1997.
- [4] E. Jensen, *Cerebro y Aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Madrid, 2004.
- [5] L. Galagovsky, M. A. Rodriguez, N. Stamaty, y L. Morales, «Representaciones Mentales, lenguajes y códigos de la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla.», *Enseñanza las Ciencias*, vol. 21, n.º 1, 2003.
- [6] I. Aguerrondo y P. Pogrè, *Escuelas del futuro II. Cómo planifican las escuelas que innovan*. 2001.
- [7] F. Gómez Pinilla, Y. Zhuang, J. Feng, Z. Ying, y G. Fan, «Exercise impacts brain-derived neurotrophic factor plasticity by engaging mechanisms of epigenetic regulation.», *Eur. J. Neurosci.*, vol. 33, n.º 3, pp. 383-390, 2011.
- [8] L. M. Ibarra, *Aprende Mejor con Gimnasia Cerebral*. 2007.
- [9] Ministerio de Educación Nacional, *Estándares Básicos de Competencias*. 2006.
- [10] A. Rocha, «Dificultades en el aprendizaje del equilibrio químico», *ADAXE-Revista de Estudios e Experiencias Educativas*, n.º 16. pp. 163-178, 2000.
- [11] A. Raviolo, «Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto de Equilibrio Químico.», *Enseñanza las Ciencias*, vol. 25, n.º 3, pp. 415-422, 2007.
- [12] M. Izquierdo, N. Sanmartí, y M. Espinet, «Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales», *Enseñanza las Ciencias*, vol. 17, n.º 1, pp. 45-59, 1999.
- [13] M. F. Molina, D. M. Farias, y J. A. Casas, «El Trabajo Experimental en los Cursos de Química Básica», *Memorias CIIEC*, n.º 1, pp. 51-59, 2006.
- [14] M.F. Molina, L.A. Palomeque, y J.G. Carriazo, «Experiencias de Enseñanza de la Química con kits de Laboratorio», *Entre Ciencia e Ingeniería*, No. 20, pp 76-81, 2016
- [15] N. Yildirim, Y. Şengün, Z. Ceng, y A. Ayas, «Evaluating the effect of teaching chemical equilibrium based on analogy and laboratory on students achievement», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 2, n.º 2, pp. 537-541, 2010.



**Alicia González.** Nació en Bogotá (Colombia). Graduada en Licenciatura en Química y Biología de la Universidad de la Salle de Bogotá y Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Certificada como *Practitioner of NLP classic code* por International Trainers academy of NLP y Master en Programación Neurolingüística.

Ejerció profesionalmente en el Liceo Atenas, Instituto Ingabo, Colegio Manuel del Socorro Rodríguez, Cedit Ciudad Bolívar y Gimnasio Arboleda. Actualmente se desempeña como docente del área de Ciencias Naturales en el Colegio Distrital Fernando Soto Aparicio de la ciudad de Bogotá. Entre sus campos de interés se encuentran los conocimientos de ciencias naturales y neurociencias, aplicados al desarrollo de la motivación y el mejoramiento de habilidades comunicativas en los estudiantes de secundaria.



**Liliam Palomeque.** Nació en Bogotá-Colombia. Estudió Química y recibió los títulos de posgrado: Master en Química (Área: Alimentos) y Doctora en Química (Área: Catálisis Heterogénea). Ha estado vinculada como docente e investigadora del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia desde 1999. Desde el año 2010 se ha interesado por abordar los problemas de enseñanza-aprendizaje de la química, participando como profesora y tutora en el Programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias. Recibió la Distinción *Docencia Meritoria (2011) - Facultad de Ciencias*; honor otorgado por su marcado interés por la enseñanza de su disciplina, por las buenas evaluaciones estudiantiles, por el desarrollo de material didáctico y por las múltiples tesis dirigidas y ponencias en eventos sobre educación. Ha recibido dos premios por el desarrollo de Objetos Virtuales de Aprendizaje para la enseñanza de la química.