

Estrategia didáctica para enseñar el concepto calor a estudiantes de décimo grado de bachillerato en Ciencias

Didactic strategy to teach the concept of heat to tenth grade students of Bachelor of Science

Estratégia didática para ensinar o conceito calor a estudantes de decimo grado de Bacharelato em Ciências

Alexander Camarena

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Química, Docencia en Química, Panamá.

alexamado600@gmail.com ORCID [0000-0002-5395-7506](https://orcid.org/0000-0002-5395-7506)

Abdiel Aponte

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Centro de Investigaciones para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas, Panamá.

abdiel.aponte@up.ac.pa ORCID [0000-0003-4963-7398](https://orcid.org/0000-0003-4963-7398)

Resumen

Diferentes estudios han demostrado una gran variedad de concepciones alternativas sobre el calor, así como la dificultad que representa para estudiantes de nivel medio el aprendizaje de este concepto. Con la finalidad de abordar esta problemática, en esta investigación se presenta la implementación de una estrategia didáctica en 36 estudiantes de 10° de Bachillerato en Ciencias, por medio de la modalidad virtual, con apoyo de las plataformas Google classroom y Google meet. Se trata de un estudio con enfoque mixto de tipo descriptivo y transversal, en el cual se elaboró un diseño pretest-postest de un solo grupo, con cinco preguntas de selección múltiple, para evaluar la eficacia del tratamiento didáctico, para ver si se habían reducido los errores conceptuales del pretest y para observar si los estudiantes habían mejorado su conocimiento acerca del calor. Los datos para cada pregunta se analizaron mediante el índice normalizado de ganancia de aprendizaje de Hake, obteniéndose ganancias bajas ($g \leq 0.3$) respecto del conocimiento inicial, y con la prueba estadística de signos, que confirmó una diferencia significativa ($p=0.0004$), con un aumento de cinco unidades en el valor de la

mediana, entre las mediciones de antes y después de implementar la estrategia. Durante la intervención, se aplicó una prueba corta intermedia, y se realizaron tres sesiones de taller, aplicando el hexagrama como organizador gráfico. El trabajo colaborativo se valoró mediante una rúbrica, y los estudiantes apreciaron positivamente las actividades que complementaron la estrategia.

Palabras clave estrategia didáctica, calor, concepciones alternativas, taller, hexagrama

Abstract

Different studios have demonstrated a large variety of alternative conceptions of heat, as well as the difficulty represented to the students from middle level students related to this concept. To address this problem, this research presents the implementation of a didactic strategy with thirty-six students, from Tenth level of bachelor's in science, through the virtual modality, with the support of Google platform and Google meet. It is about a study with a mixed descriptive and cross-sectional approach, in which a pre-test & post-test design was developed of only one group, with five multiple selection questions, to assess the accuracy of didactic treatment, to know if the conceptual mistakes had been reduced and observe if the students got better knowledge about the heat. The data for each question was analyzed using Hake's normalized learning gain index, obtaining low gains (g...) with respect to initial knowledge, and with the statistical test of signs, which confirmed a significant difference (p=...), with an increase of five units in the median value, between the measurements before and after implementing the strategy. During the intervention, a short intermediate test was applied, and three workshop sessions were held, applying the hexagram as a graphic organizer. Collaborative work was assessed using a rubric, and participants positively appreciated the activities that complemented the strategy.

Key words didactic strategy, didactic, heat, alternative conceptions, workshop, hexagram

Resumo

Diferentes estudos têm demonstrado uma grande variedade de concepções alternativas sobre o calor, assim como a dificuldade que representa para estudantes de nível médio a aprendizagem de este conceito. Com a finalidade de abordar esta problemática, em esta pesquisa se apresenta a implementação de uma estratégia didática em 36 estudantes de 10º de bacharelato em Ciências, por médio da modalidade virtual, com apoio das plataformas Google classroom e Google meet. Se trata de um estudo com enfoque misto do tipo descritivo e transversal, no qual se elaboro um desenho pretest-postest de um só grupo, com cinco perguntas de seleção múltiplo, para avaliar a eficácia do tratamento didático, para ver si tinha reduzido os erros conceptuais do pretest e para observar se os estudantes tinham melhorado seu conhecimento acerca do calor. Os dados para cada pergunta se analisaram mediante o

índice normalizado de ganancia de aprendizagem de Hake, obtendo-se ganancias baixas ($g < 0.3$) respeito do conhecimento inicial, e com a prova estadística de signos, que confirmo uma diferença significativa ($p = 0.0004$), com um aumento de cinco unidades no valor da mediana, entre as medidas de antes e depois de implementar a estratégia. Durante a intervenção, se aplico uma prova intermedia, e se realizaram três seções de oficina, aplicando o hexagrama como organizador gráfico. O trabalho colaborativo se valoro mediante uma rubrica, e os estudantes apreciaram positivamente as atividades que complementaram a estratégia.

Palavras clave Estratégia didática, calor, concepções alternativas, oficina, hexagrama

Introducción

En esta investigación se aborda el concepto de calor a partir del formato de taller educativo, que presenta ventajas sobre el método tradicional, en la medida que permite la interacción horizontal entre los estudiantes y el docente, la formación de equipos de trabajo y la colaboración, para culminar en la construcción grupal de conocimiento (Bernardelli, 2015). También se incorpora la técnica del hexagrama como un organizador gráfico, vehículo del aprendizaje visual, que estimula el pensamiento creativo y el pensamiento crítico.

El calor es un concepto que ha sufrido cambios en su significado, considerándose una sustancia durante el siglo XVIII, una onda (teoría ondulatoria del calor, entre 1820 y 1830) y una forma de energía (Clausius y Joule, siglo XIX). Actualmente se reconoce como una forma (o proceso) de transferencia de energía (Cotignola y Col., 2002), concepto utilizado para este trabajo.

Para este trabajo, el análisis de las ideas relativas al concepto de calor se enmarcó en el perfil conceptual propuesto por Barbosa y Escalante (2016) que identifican cinco zonas vinculadas a compromisos epistemológicos y ontológicos distintos que apuntan a posibles obstáculos en el desarrollo del concepto científico. De estas cinco zonas, se seleccionaron tres, con la

finalidad de describir su evolución en los estudiantes de décimo grado: la primera zona, realista, que aborda el calor a partir de las sensaciones térmicas, frío y caliente; la zona animista, que considera al calor como sustancia viva o capaz de construir la vida, pudiendo aún ser asociada a la idea de que los objetos o materiales poseen voluntad de dar o recibir calor y la zona sustancialista, donde el calor es considerado como una sustancia que puede penetrar otros materiales.

La idea de calor surge a raíz de la experiencia y convivencia social en la vida cotidiana, gracias a esto, los alumnos crean sus propias concepciones y explicaciones del fenómeno que perciben en su entorno, pero ¿son estas ideas previas, cercanas a la realidad del modelo científico?

Es por esta razón que se busca la construcción del concepto de calor, que no sólo es estudiado por la química, sino también, por la física y la biología, lo que hace que el dominio de este concepto por los alumnos de bachillerato sea imprescindible.

Materiales y método

El estudio se realizó en un colegio particular del distrito de Panamá en la provincia de Panamá, durante el tercer trimestre del año escolar 2020.

Tipo de estudio

Es un diseño pre-experimental de un solo grupo con pretest y postest. La población estuvo conformada por 152 alumnos del nivel X de un centro escolar particular de la región educativa de Panamá Centro. Se trabajó con una muestra constituida de forma natural y conformada por 36 estudiantes del X-C, matriculados en el bachillerato en Ciencias de la jornada matutina, con edades entre 15 y 16 años. Se trata de una muestra por conveniencia,

basándose en la ventaja que ofrecía la accesibilidad y la cercanía de los alumnos al profesor investigador.

Técnicas, instrumentos y procedimientos

Se elaboró una prueba conformada por 5 preguntas de selección múltiple, validadas por expertos y relacionadas con fenómenos de la vida cotidiana y el calor. Se colocaron 5 alternativas a cada ítem, que incluían algunas concepciones alternativas frecuentes descritas en la literatura. Adicionalmente, se solicitó al estudiante una breve justificación de cada respuesta.

El taller incluyó el desarrollo de experiencias, reconocidas como actividades que propician la familiarización perceptiva de los estudiantes con los fenómenos térmicos. Para tales fines se prepararon guías que utilizaron materiales cotidianos para el desarrollo de las actividades.

Otra técnica empleada es el uso de textos, elaborados como lecturas cortas ilustradas, previamente validadas con el juicio de expertos, que promueven distintos niveles de comprensión según el tipo de pregunta propuesta: literal, comprensión interpretativa, comprensión inferencial, comprensión crítica con juicios propios y expresión de opiniones.

Se consideró la técnica del hexagrama, como organizador gráfico para sintetizar los contenidos conceptuales del taller, se elabora en grupos de trabajo colaborativo y se evaluó mediante una rúbrica. Se aplicó una prueba corta, posteriormente realimentado los conocimientos sobre los resultados de la lectura y las experiencias prácticas. Para finalizar la intervención, se aplicó una autoevaluación para obtener la valoración de los estudiantes con respecto al trabajo colaborativo durante el taller. Las actividades de las intervenciones y los objetivos correspondientes aparecen en el cuadro 1

Cuadro No. 1 Descripción de las actividades y objetivos de las intervenciones.

| Momento | Actividad | Meta |
|----------------|---|---|
| 1 | Prueba diagnóstica (pretest) | Obtener ideas previas sobre el concepto de calor. |
| 2 | Clase magistral | Introducir el concepto científico de calor, apoyado en el uso de imágenes que ilustran situaciones cotidianas del proceso de transferencia de energía y sus distintos mecanismos. |
| 3 | Lectura científica “Lo que no sabía sobre el calor” | Identificar términos, principios, teorías y ejemplos relacionados con el concepto de calor como proceso de transferencia de energía. Conocer los mecanismos de transferencia de energía y sus características, utilizando ejemplos del contexto cotidiano. |
| 4 | Discusión de la lectura | Reforzar los conocimientos nuevos sobre el concepto de calor y los mecanismos de transferencia de energía. |
| 5 | Experiencias prácticas “Entendiendo a mis sentidos” | Propiciar la familiarización perceptiva de los estudiantes con los fenómenos térmicos y los mecanismos de transferencia de energía, empleando materiales cotidianos de fácil acceso. Promover el trabajo colaborativo entre los estudiantes. |
| 6 | Elaboración de hexagrama | Organizar y sintetizar los contenidos del taller y de las experiencias prácticas. Socializar y realimentar el conocimiento. |
| 7 | Prueba corta | Evaluar las ideas claves asociadas al concepto de calor y los mecanismos de transferencia de energía. |
| 8 | Postest | Comparar los conocimientos nuevos con las ideas previas para valorar la mejora después de la intervención. |
| 9 | Autoevaluación | Obtener la valoración de los estudiantes con respecto al trabajo colaborativo. |

Discusión de los resultados

La eficiencia de una estrategia de enseñanza debe ser medida adecuadamente para poder realizar una evaluación de esta y elaborar futuras reformulaciones que mejoren los puntos débiles detectados.

Sobre esta base se discuten, a continuación, los instrumentos de evaluación de la estrategia: Pretest y postest, producciones individuales y en equipo (dibujos), evaluación escrita (hexagrama).

Pretest y postest

La pregunta 1 se relaciona con el concepto de calor como una transferencia de energía entre dos cuerpos que se encuentran a diferentes temperaturas.

1. Cuando agregas algunos cubos de hielo a un vaso con agua del grifo:

a) El calor se transfiere entre los cubos de hielo y el agua. b) La energía contenida en el agua derrite los cubos de hielo. c) El calor contenido en los cubos de hielo enfría el agua. d) El calor contenido en el agua derrite los cubos de hielo. e) **La energía se transfiere entre el agua y los cubos de hielo.**

Los resultados del postest muestran que se mejora en la comprensión del concepto de calor teniendo a la alternativa e como opción correcta, pues se pasa del 19,4 % al 41,7 %, aunque el 33,3 % de los estudiantes sigue pensando que el calor está contenido en los cuerpos. Un porcentaje muy bajo de los alumnos no logró responder (n.r.) a la pregunta. La gráfica 1 muestra los resultados de la frecuencia de aciertos para la pregunta 1. Una de las justificaciones frecuentes durante el pretest fue la idea errónea de calor contenido en los

cuerpos (25,0%), una concepción sustancialista del calor que fue menos frecuente (19,4 %) en el postest.

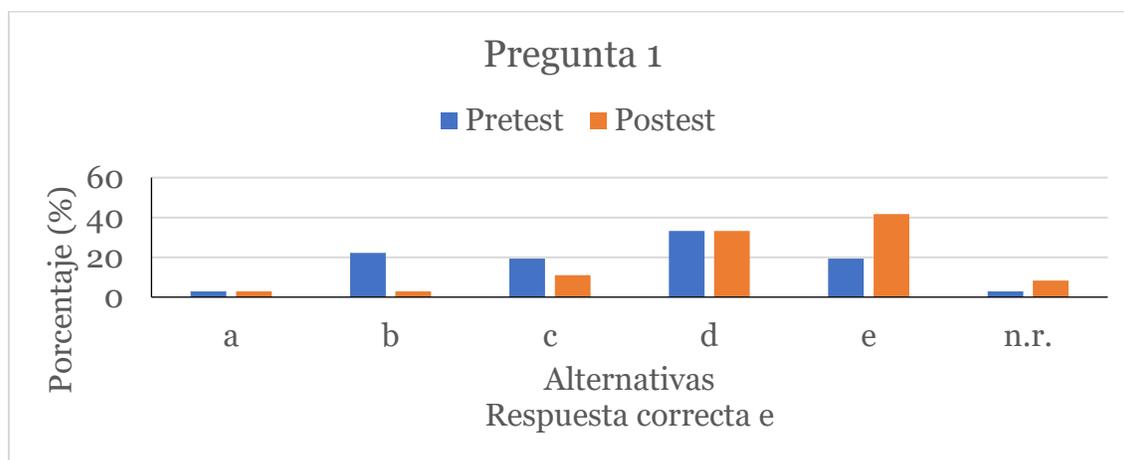


Figura No. 1 Porcentaje de aciertos para la pregunta 1

La pregunta 2 está dirigida al mismo concepto de calor y se evalúa la interpretación de este como energía transferida entre dos cuerpos. Las opciones incluyen distractores que se fundamentan en concepciones alternativas como: calor contenido y calor como una forma de energía.

2. Consideras que es correcto afirmar que el calor:

- a) Se genera desde distintas fuentes de energía. b) Está contenido en cualquier cuerpo u objeto. c) Está ausente si un cuerpo u objeto está frío. **d) Es energía transferida entre dos cuerpos u objetos.** e) a, b y c son correctas.

Los resultados obtenidos en el postest muestran un ligero aumento en aciertos (33,3 %) con respecto al pretest (30,6 %), aunque permanece un 38,9 % con las concepciones de que el calor está contenido, hay ausencia de calor en un cuerpo frío y que hay generación de calor

a partir de distintas fuentes de energía. La figura 2 muestra los resultados de la frecuencia de aciertos para la pregunta 2.

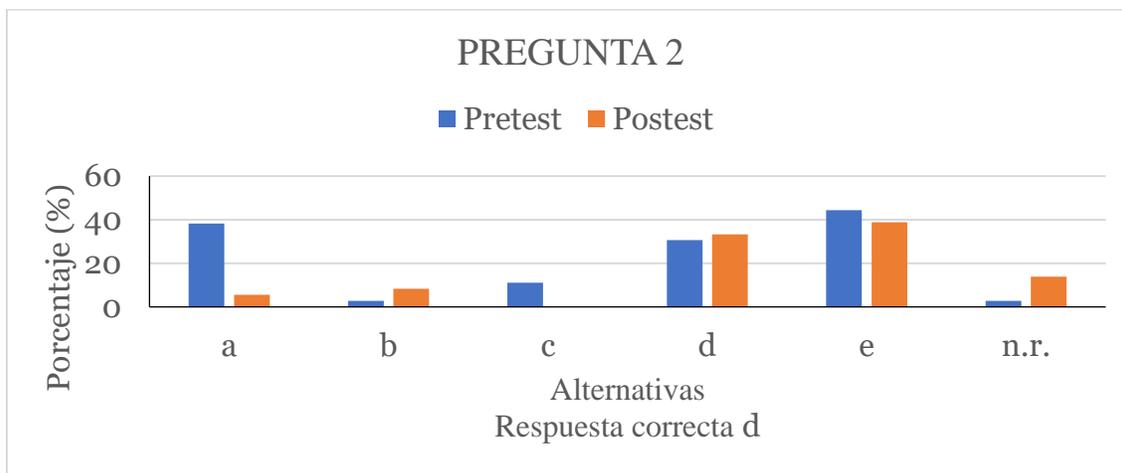


Figura No. 2 Porcentaje de aciertos para la pregunta 2

La pregunta 3 refleja una situación muy común de la vida cotidiana, con cubos de hielo que se derriten fuera del congelador. Esta pregunta evalúa cómo el agua sólida (hielo) experimenta un cambio de fase fuera del congelador debido al intercambio de energía con el entorno, producto de la diferencia de temperatura existente. La opción c es la alternativa correcta.

3. Si dejas unos cubos de hielo fuera del congelador, estos se derriten porque:

- a) Liberan su energía al entorno. b) Absorben el calor del entorno. **c) Intercambian energía con el entorno.** d) Liberan su calor al entorno. e) Se calientan y pierden el frío.

Los resultados del posttest muestran un porcentaje de 22, 2% de aciertos, ligeramente mayor al pretest (13,9 %). No obstante, persiste un 41,7 % de estudiantes que sigue pensando que el calor está contenido en los cuerpos y desde allí se absorbe, desconociendo los mecanismos de transferencia estudiados.

En la justificación del pretest un 13,9 % de estudiantes tomó en cuenta la diferencia de temperaturas, mientras que en el posttest lo hizo un 27,8 %. Del 13,9 % que consideró inicialmente que el “calor se libera” desde el hielo, en el posttest este porcentaje disminuyó a un 2,8 %.

La pregunta 4 evalúa las condiciones bajo las cuales hay transferencia de energía (calor) en situaciones cotidianas, mediante distintos mecanismos (conducción, convección y radiación).

4. ¿En cuál de las siguientes situaciones ocurre transferencia de energía?

a) Al tomar sol sentado en la playa. b) Al dejar cubos de hielo dentro del congelador. c) Al calentarse el celular en tu mano. d) Al sentarte frente a un abanico. e) **En todas, excepto b.**

Los resultados del posttest muestran un 72,2 % de aciertos para la alternativa correcta (e), que es superior al pretest (63,9 %). Asimismo, se observa que dos de las opciones individuales (b y d) no aparecen dentro de las alternativas seleccionadas en el posttest. Un 16,7 % describió la idea alternativa de calor como forma de energía en el pretest, posteriormente a la intervención se obtuvo un 2,8 %, mostrando mejoría sobre la comprensión del concepto calor.

El modelo de radiación de calor, que subyace en la alternativa a, hace referencia más al clima y fuentes de energía, es decir, para los estudiantes, la transferencia de calor proviene del Sol o de una fuente con alta temperatura. Al igual que ocurre con el celular, los estudiantes llegan a ser conscientes del movimiento que se produce desde la fuente al objeto.

La pregunta 5 está centrada en el movimiento de las partículas con base en la Teoría Cinética-Molecular, la cual se describió en la actividad de la lectura que realizaron los estudiantes. Con este antecedente se esperaba que ellos justificaran la alternativa correcta, que es la opción a.

5. Las partículas más pequeñas (submicroscópicas) de cualquier cuerpo u objeto:

a) **Están siempre en movimiento.** b) Están en movimiento si el cuerpo u objeto está caliente.
c) Están sin movimiento si el cuerpo u objeto está frío. d) Están siempre estáticas. e) b y c son correctas.

Los resultados del postest indican solo un 36,1 % de respuestas correctas con respecto al pretest (44,4 %), lo que sugiere un pensamiento fuertemente arraigado a la asociación entre partículas en movimiento-caliente y partículas sin movimiento-frío. Este hallazgo, hace necesario que se incluya dentro del tema, a futuro, estrategias didácticas específicas que ayuden a profundizar y mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de las partículas a escala molecular.

Como se ha notado, las concepciones alternativas tienden a ser muy arraigadas en el pensamiento de los estudiantes, Cárdenas (1997) y Bañas (2001) describen en Rodríguez y Díaz (2012) que el significado científico del concepto calor en los niveles medio y superior resulta muy difícil de comprender para el alumno promedio. Por este motivo se debe tomar en cuenta la manera en que se ha enseñado la perspectiva submicroscópica de la materia y el movimiento de las partículas fundamentadas en la teoría cinético molecular, el cual, es introducida en el octavo grado (8°) de premedia según el programa curricular del Ministerio de Educación (MEDUCA).

Ganancia de Hake

La ganancia de Hake es un parámetro que permite determinar la eficacia de una metodología de enseñanza respecto a algún tema particular. Con base a los resultados de la prueba diagnóstica (pretest) y de la prueba final (postest) se encuentra un número conocido como

ganancia normalizada, el cual es la razón del aumento entre la prueba diagnóstico y la prueba final con respecto al máximo aumento posible (Cárdenas, 2014). La ganancia puede tomar un valor entre 0 y 1. Al obtener valores menores de 0.3 se interpreta como una ganancia baja, mientras que valores en el rango entre 0.3 a 0.7 supone una ganancia intermedia y valores mayores a 0.7, una ganancia alta (Castañeda, Carmona, y Mesa, 2018). En este estudio, los valores de Hake estuvieron por debajo de 0.3, indicando ganancias bajas en todas las preguntas e incluso se obtuvo un valor negativo para la pregunta relacionada con la visión corpuscular de la materia, un nivel de representación de la química que debe ser profundizado en la enseñanza. A continuación, se muestran los valores obtenidos con base a la ganancia de Hake según los resultados obtenidos para cada pregunta, calculada a partir de la siguiente ecuación:

$$g = \frac{\% \text{ respuestas correctas de postest} - \% \text{ respuestas correctas de pretest}}{100 - \% \text{ respuestas correctas de pretest}}$$

Cuadro No.2 Valores de ganancia de Hake

| Pregunta | Ganancia |
|----------|----------|
| 1 | 0.30 |
| 2 | 0.04 |
| 3 | 0.10 |
| 4 | 0.23 |
| 5 | -0,10 |

Desempeño por estudiante

En el pretest, solo el 2.8 % de los alumnos acertó 4 preguntas, mientras que en el postest fue el 11.1 % de ellos. En general, el 50.0 % logró acertar en el postest una o más veces que en el pretest, mientras que el 25.0 % se mantuvo con la misma cantidad de aciertos en el pretest

y posttest. Por otro lado, el 13.9 % disminuyó la cantidad de aciertos en el posttest. La figura 3, muestra el desempeño de cada alumno antes y después de la implementación de la estrategia didáctica.

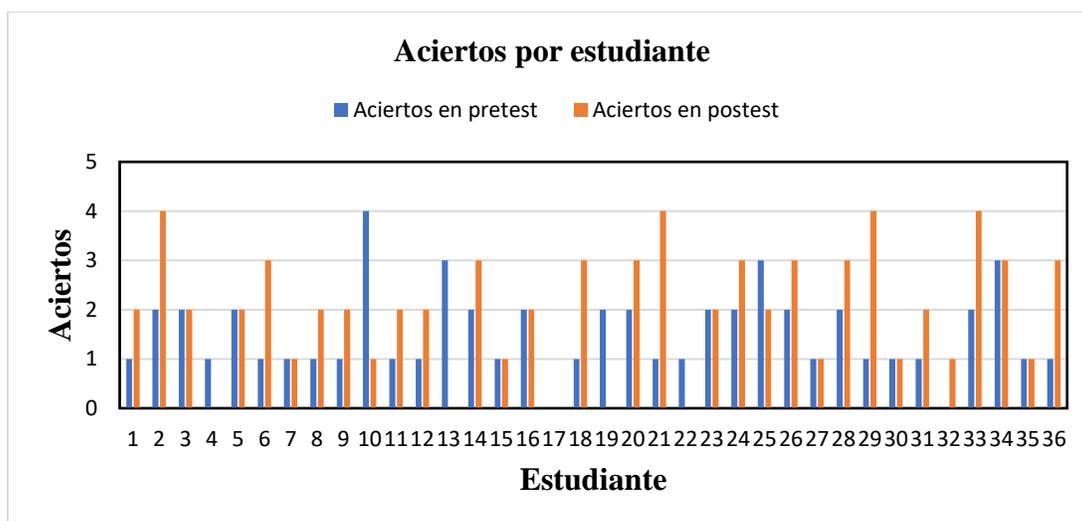


Figura No. 3 Número de aciertos individuales en pretest y posttest

Dado que los estudiantes en la muestra no fueron escogidos aleatoriamente y el número que completó el pretest y posttest era ≤ 30 , se procedió a aplicar una prueba no paramétrica. Se asignó una puntuación de cinco puntos a cada pregunta correcta del pretest y posttest (0 a 25 puntos) y, posteriormente, se aplicó la prueba de signos, que consiste en convertir las puntuaciones de cada estudiante en signos positivos (pretest menor que posttest) y negativos (pretest mayor que posttest) y luego analizar las frecuencias de estos signos para determinar si son significativamente diferentes. En 18 casos la puntuación del pretest resultó menor que la del posttest, en dos fue mayor y en 10 casos las puntuaciones fueron iguales en ambos.

Los resultados de la prueba de signos confirmaron que las diferencias observadas son significativas entre la situación inicial y final, con un valor de $p=0.0004$ y un aumento de cinco unidades en el valor de la mediana, lo que permite concluir que los estudiantes

mejoraron su rendimiento con lo aprendido durante la implementación de la estrategia didáctica.

Análisis de dibujos

Durante el desarrollo de las tres sesiones de taller, en equipo de 4, los estudiantes elaboraron dibujos en dos momentos. Primero, con la lectura titulada “Lo que no sabía sobre el calor”, en la cual se explicaban algunos fenómenos térmicos con base en la teoría cinético molecular y, segundo, durante la experiencia casera denominada “Entendiendo a mis sentidos”, donde hicieron uso de materiales cotidianos para observar y evidenciar fenómenos de intercambio de energía. Además, como parte de la prueba corta intermedia, entre la aplicación del pretest y el postest, también se les pidió un dibujo individual. Dentro de la teoría cognitiva del aprendizaje se sostiene que se aprende más profundamente una información si es presentada con palabras e imágenes, que con palabras solas.

Para evaluar los dibujos, elaborados en equipo e individualmente, se establecieron seis aspectos claves, como se aprecia en el cuadro 3, que sirvieron de guía para asignar un rango numérico y su consiguiente clasificación a cada dibujo.

Cuadro No. 3 Aspectos claves utilizados para evaluar los dibujos

| N° | Aspectos claves del dibujo |
|-----------|---|
| 1 | Representación de dos cuerpos u objetos. |
| 2 | Diferencia de temperaturas. |
| 3 | Sentido de la transferencia de energía. |
| 4 | Nombre de los mecanismos de transferencia de energía. |
| 5 | Perspectiva submicroscópica o de partículas. |
| 6 | Descripción breve y con términos adecuados. |

Se consideró un dibujo incompleto cuando sólo se presentaron dos de los aspectos señalados en el cuadro No. 3, poco completo si presentaron tres a cuatro aspectos, bastante completo si se consideraron 5 aspectos y completo si presentaba todos los aspectos claves.

En el desarrollo de la lectura “Lo que no sabía sobre el calor se pidió a cada equipo que mencionara 4 ejemplos de la vida cotidiana donde existiera transferencia de energía (pregunta 4) y que, con un dibujo (pregunta 6), ilustraran y comentaran al menos 4 aspectos del mecanismo(s) involucrado. Obteniendo que un 33,4 % presentó un dibujo incompleto, 55,5 % poco completo y un 11,1 % fue bastante completo.

Durante el desarrollo de las actividades prácticas (experiencias I, II y III) el estudiante se relacionó con fenómenos cotidianos que le permitían profundizar en los aspectos claves del calor como proceso de transferencia de energía. Las preguntas propuestas en cada actividad se dirigían a la reflexión sobre la relación entre sus observaciones sensoriales y la explicación científica que se buscaba construir.

Un 55,5 % de los estudiantes presentaron un dibujo incompleto, un 33,3 % fue poco completo y un 11,1 % elaboró un dibujo que no tuvo relación con la actividad.

Es digno de mencionar como se les complica a los estudiantes la representación simbólica desde la perspectiva de partículas en movimiento, ya que ninguno de los equipos la incorporó en sus dibujos.

Por otra parte, como parte de la prueba corta intermedia se aplicó una breve lectura titulada “Calor en la familia Einstenio” y en la misma se pidió a cada alumno que hiciera un dibujo que mostrara cómo ocurría la transferencia de energía en los procesos descritos a través de la lectura, que indicara los nombres de los mecanismos involucrados y, además,

complementara su ilustración con la mayoría de los detalles y las palabras necesarias para explicar los elementos que dibujó. Un 52,7 % de los alumnos realizó el dibujo y se obtuvo que, de estos, un 73,7 % fue incompleto, un 15,8 % poco completo y un 10,5 % no relacionó el dibujo con la lectura presentada.

Análisis del hexagrama

Antes de iniciar con la implementación de la estrategia didáctica, se elaboró en clases un hexagrama modelo, con un tema distinto al concepto estudiado en la intervención, que sirviera como ejemplo para que los alumnos conocieran y se relacionaran con su estructura. De esta forma, los estudiantes realizaron en equipo de 4 miembros, un primer hexagrama (H1) sobre un compuesto químico y, posteriormente, ya familiarizados con el organizador gráfico, se volvió a repasar cada uno de sus componentes y se procedió a elaborar el hexagrama (H2), basado en el concepto de calor. La evaluación se hizo con una rúbrica y los resultados de las calificaciones asignadas a los productos presentados por los nueve equipos fueron los siguientes: 6 de los grupos lograron una calificación mayor en el H2 que en el H1, un equipo mantuvo la misma nota, mientras que los otros 2 obtuvieron una calificación menor en el H2. En general, más del 50,0 % de los grupos mostró una mejora en la elaboración del hexagrama y sus distintos componentes.

Para la valoración del hexagrama por parte de los alumnos, se utilizó un cuestionario con una serie de preguntas de selección múltiple, donde el alumno eligió la opción que le pareciese correcta en consideración de su experiencia con el hexagrama.

Con la pregunta 5 se recogen las recomendaciones de los alumnos sobre el uso del hexagrama destacando las siguientes: “que lo sigamos utilizando, nos ayuda a esforzarnos y al ser complicado nos permite hacernos preguntas más exigentes o que normalmente no nos

haríamos”. “Lo recomiendo si no te toma mucho trabajo hacer mapas mentales y este tipo de cosas, ya que ayuda a esquematizar y sintetizar la información y te ayuda a entenderla de forma más efectiva y rápida”. “La verdad lo veo como una manera mejor para esquematizar las ideas y organizar mejor el concepto de cada tema. Recomendaría tal vez el uso de más imágenes”. “Es muy útil de usar cuando tengas problemas de comprensión con algún tema, pues, este nos permite hacer un resumen de lo básico respondiendo tres preguntas, dos con el texto y una con el mapa mental”.

Conclusión

Los estudiantes mejoraron su comprensión del concepto de calor después de implementar la estrategia didáctica, como lo indicó la prueba de signos, que mostró una diferencia significativa entre las mediciones del pretest y posttest, aplicado al inicio y al final de la intervención. Por otro lado, el factor de Hake indicó ganancias bajas ($g \leq 0.3$) para las cinco preguntas de selección múltiple, con el resultado más bajo para la pregunta relacionada con el nivel submicroscópico, es decir, el comportamiento de las partículas a escala molecular.

Es evidente que algunas concepciones alternativas persisten, entre ellas la idea errónea de calor como algo contenido. Igualmente, se mantiene en algunos estudiantes las ideas erróneas de que el calor es generado a partir de distintas fuentes de energía, que está contenido en cualquier cuerpo y que está ausente si un cuerpo está frío (pregunta 2). Por otra parte, algunos alumnos siguen pensando que un cuerpo absorbe calor y que las partículas se mueven si un cuerpo está caliente y carecen de movimiento si un cuerpo está frío (pregunta 5). Esto último confirma la necesidad de reforzar la enseñanza del modelo de partículas de la materia.

Dentro de los nueve grupos se valoró positivamente el trabajo colaborativo en la modalidad virtual, pues se logró el aporte de todos los integrantes durante la realización de los talleres,

aunque también se observó que, en dos grupos, solo hubo aportes de la mitad de los miembros o incluso de un solo estudiante, en algunos de los momentos del desarrollo del taller.

En consideración a la técnica empleada durante la intervención didáctica, los estudiantes manifestaron que el mapa mental fue la parte del hexagrama que les resultó más difícil de elaborar, además que, el hexagrama es una técnica útil para esquematizar la información de diferentes formas a la misma vez y que también es apropiado para sintetizar la información de un tema para tener mejor comprensión. Por último, señalaron que el hexagrama es más complejo de elaborar porque incluye un mapa mental y tres preguntas.

El diseño de las experiencias con materiales cotidianos de fácil acceso fue bien recibido por parte de los estudiantes, por lo que la modalidad virtual no se convirtió en un obstáculo para promover el trabajo práctico dentro de las clases de química, permitiendo que el alumno desarrollara algunas habilidades científicas, mientras se relacionaba con los fenómenos térmicos y manipulaba algunos materiales y dispositivos caseros.

La dificultad para entender el concepto de calor como transferencia de energía persiste en este grupo de estudiantes, a pesar de las estrategias implementadas, lo que sugiere revisar la enseñanza del concepto de energía, en los niveles previos de la enseñanza media.

Referencias bibliográficas

- Bañas, C., Mellado, V. y Ruiz, C. (2003). *Las ideas alternativas del alumno de primer ciclo de educación secundaria obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura*. Campo Abierto, 24, 99-126.
- Barbosa, S. y Escalante, D. (2016). *Efecto de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI), en el aprendizaje de los conceptos calor y temperatura en dos*

colegios de la ciudad de Barranquilla. [Tesis de Maestría, Universidad del Norte]. salomon.pdf (uninorte.edu.co).

- Bernardelli, C. (2015). *Diseño de taller para la enseñanza de nomenclatura química*. Tesis, maestría, Universidad Nacional de la Plata.
- Camelo, F. y Rodríguez, S. (2008). *Una revisión histórica del concepto de calor: algunas implicaciones para su aprendizaje*. *Tecné, Episteme y Didaxis* (23), 67-77.
- Campos, A. (2005). *Mapas conceptuales, mapas mentales y otras formas de representación del conocimiento*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Cárdenas, A. (2014). *Enseñanza de la radiación electromagnética a través de la metodología de aprendizaje activo*. Tesis maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Castañeda, J., Carmona, L. y Mesa, F. (2018). *Determinación de la ganancia del aprendizaje de la cinemática lineal mediante el uso de métodos gráficos con estudiantes de ingeniería en la Universidad de Caldas*. *Scientie Et Technica*, 23(1), 99-103.
- Cotignola, M., Bordogna, C., Punte, G. y Cappannini, O. (2002). *Difficulties in learning thermodynamic concepts: are they linked to the historical development of this field?* *Science and Education*, 11, 279-291.
- Cuéllar, Z. (2009). *Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(2), 1-10.
- Díaz, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill.
- Domínguez, J., De Pro Bueno, A. y García-Rodeja E. 1998. *Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: un estudio transversal*. *Enseñanza de las Ciencias* 16 (3), 461.
- Míguez, M. (2010). *Una estrategia didáctica alternativa en aulas universitarias de química: potenciando el proceso motivacional por el aprendizaje*. *Educación Química*, 21(4), 278-286.
- Rodríguez, V. y Díaz, S. (2012). *Concepciones alternativas sobre los conceptos de energía, calor y temperatura de los docentes en formación del Instituto Pedagógico en Santiago, Panamá*. *Actualidades Investigativas en Educación*, 12(3), 1-26.