

Factores emergentes para la comprensión de calor y temperatura en jóvenes de educación media en un colegio público en Bogotá Colombia

Emerging factors for the understanding of heat and temperature in high school students in a public school in Bogotá Colombia

Luisa María Jaramillo-Pinto^{1*}, Oscar Jardey Suárez², Audin Aloiso Gamboa-Suárez³

¹Magister en Educación en Tecnología. Docente Educación Básica y Media. Secretaria de Educación de Bogotá. Bogotá Colombia. Correo electrónico lulupinto26@gmail.com lmjaramillo@educacionbogota.edu.co. Orcid <https://orcid.org/0009-0008-8418-1510>.

²Doctor en Ciencias en Física Educativa. Docente Universidad de Nariño. San Juan de Pasto Nariño - Colombia correo electrónico ojsuarez@udenar.edu.co. Orcid <https://orcid.org/0000-0001-8780-595X>.

³Doctor en Ciencias de la Educación. Docente Universidad Francisco de Paula Santander. correo electrónico audingamboa@ufps.edu.co. Orcid <https://orcid.org/0000-0001-9755-6408>.

Como citar: Jaramillo-Pinto, L. M., Jardey Suárez, O. ., & Gamboa-Suárez, A. A. . (2023). Factores emergentes para la comprensión de calor y temperatura en jóvenes de educación media en un colegio público en Bogotá Colombia. *Perspectivas*, vol. 8, no. S2, pp. 99-112, DOI: 10.22463/25909215.4679.

Received: Enero 20, 2023; Approved: Junio 3, 2023

RESUMEN

Palabras clave:

Aprendizaje Activo, Calor y temperatura, aprendizaje entre pares, aprendizaje de la termodinámica, video tutoriales.

El estudio de las nociones de calor y temperatura en la enseñanza de la termodinámica, resultan siendo objeto de estudio estructural. Para el caso de la investigación, el objetivo es identificar los factores intrínsecos en la comprensión de calor y temperatura, en dos grupos de jóvenes estudiantes de educación media, en un colegio público de la ciudad de Bogotá-Colombia, al utilizar videos tutoriales y trabajo entre pares, como mediación en su estudio. Teóricamente, se fundamenta en las pedagogías activas, así como en las nociones de calor y temperatura aceptadas en el contexto de la física. El enfoque epistemológico predominante es cuantitativo, con dos grupos y tres observaciones (pretest, pos-test y pos-pos-test). El instrumento utilizado es el de Heat and Temperature Conceptual Evaluation (HTCE). Los resultados muestran que los factores a priori (Calor y temperatura, Tasa de enfriamiento, Calorimetría, Tasa de transferencia de calor, Percepción de temperatura, Cambio de fase y Conductividad térmica) hay un mayor avance en la comprensión de las nociones de calor y temperatura, del estudiantado del grupo con pedagogías activas; sin embargo, después de la interacción entre pares, los grupos incrementan sustancial y estadísticamente significativas, las puntuaciones medias. A manera de conclusión, las pedagogías activas, en particular el trabajo entre pares, articulados con la actividad experimental y los video tutoriales, son elementos que contribuyen a la comprensión de las nociones de calor y temperatura.

ABSTRACT

Keywords:

Active Learning, Heat and temperature, peer learning, thermodynamics learning, video tutorials.

The study of the notions of heat and temperature in the teaching of thermodynamics, turn out to be the object of structural study. In the case of the research, the objective is to identify the intrinsic factors in the understanding of heat and temperature, in two groups of young high school students, in a public school in the city of Bogotá-Colombia, using video tutorials and work between peers, as mediation in their study. Theoretically, it is based on active pedagogies, as well as on the notions of heat and temperature accepted in the context of physics. The predominant epistemological approach is quantitative, with two groups and three observations (pre-test, post-test and post-post-test). The instrument used is the Heat and Temperature Conceptual Evaluation (HTCE). The results show that the a priori factors (Heat and temperature, Cooling rate, Calorimetry, Heat transfer rate, Temperature perception, Phase change and Thermal conductivity) there is a greater advance in the understanding of the notions of heat and temperature, of the student body of the group with active pedagogies; however, after the interaction between pairs, the groups increase substantially and statistically significantly, the mean scores. In conclusion, active pedagogies, particularly peer work, articulated with experimental activity and video tutorials, are elements that contribute to understanding the notions of heat and temperature.

*Corresponding author.

E-mail address: lulupinto26@gmail.com

(Luisa María Jaramillo-Pinto)



Peer review is the responsibility of the Universidad Francisco de Paula Santander.
This is an article under the license CC BY 4.0

Introducción

En relación con las nociones de calor y temperatura, las ideas previas o concepciones de los jóvenes de educación básica o media, guardan distancia con las construidas en el ámbito científico, lo que demanda del profesorado actividades que propendan por generar en los estudiantes la argumentación, entre otras, para lograr transformaciones conceptuales pertinentes, a la luz de las nociones de calor y temperatura (Marín, 2021; Medellín & Giraldo, 2018).

El aprendizaje activo exige por parte del estudiantado, su inversión, a través de diversas interacciones con o sin tecnología. En la temática en estudio, se puede interactuar con las otras personas que están en el ambiente escolar, (Benítez, (2012); Briceño et al., (2009); Carriel Nevarez & Aguirre Roelas, (2019)). Si bien, las nociones de aprendizaje activo han sido utilizadas preferiblemente en clases demostrativas interactivas (Garduño, 2010), en las que se incorpora actividades de laboratorio demostrativas en tiempo real, simulaciones como PhET (López, 2020; López & Orozco, 2017), han venido transponiendo sus diversas formas, para aportar en la comprensión del estudio en el área de la física, en temas como electromagnetismo (Maldonado et al., 2013) y complementándose con otras ayudas tecnológicas como la idea de clickers (López, 2020).

El video, en el contexto educativo, se ha venido empleando como parte de los recursos audiovisuales que el profesorado utiliza para sintetizar, explicar, entre otras, las temáticas del curso, con la posibilidad que el estudiantado pueda verlas todas las veces que considere necesario (Jiménez & Marín, 2012), tal como lo hace en YouTube (González, 2018). Para el profesorado, elaborar los video tutoriales, atendiendo de manera rigurosa un proceso propio de la generación de material educativo digital, está orientado a generar intereses, motivación, recurso de memoria externa, así como retroalimentación a los tópicos en estudio (Velarde et al., 2017).

En el contexto propio de las pedagogías activas, la incorporación de los video tutoriales puede posibilitar la interacción propositiva del estudiantado en diversas formas; emergiendo como un recurso educativo multimedia cuyo beneficio se puede dar en la comprensión de los tópicos en estudio (Fandos et al., 2002; Jiménez & Marín, 2012; Simanca & Barroso, 2016; Velarde et al., 2017).

La Institución Educativa Distrital (IED) de educación básica y media, de naturaleza pública, donde se desarrolla la investigación, está ubicada en una localidad de la ciudad de Bogotá – Colombia, caracterizada por tener una tasa de desempleo del 16,3%, con ocupación informal del 42,4%, con embarazos de adolescentes mayor a 1100, con pobreza monetaria de 26% y pobreza multidimensional del 10,9% (Alcaldía Mayor de Bogotá DC, 2022), además adolece de recursos físicos, en los espacios de los laboratorios de física.

Con todo lo anterior, esta investigación plantea como eje direccionador la pregunta ¿Cuáles son los factores intrínsecos en la comprensión de calor y temperatura, en dos grupos de jóvenes estudiantes de educación media, en un colegio público de la ciudad de Bogotá-Colombia, al utilizar videos tutoriales y trabajo entre pares como mediación en su estudio? Como pregunta adicional, ¿Qué incidencia tiene la interacción entre pares, en las puntuaciones y la comprensión de calor y temperatura?

Fundamentos teóricos

La generación de recursos educativos digitales, como el video tutorial, considera dos aspectos globales, el primero orientado a la intencionalidad educativa y el segundo, a atender al procedimiento propio de la producción. En doble sentido, la intención educativa puede entenderse como el conjunto de actividades que hacen parte del aspecto educativo, así como la finalidad educativa (Jover-Olmeda, 1987) cuyo propósito es planteado por el profesorado en el acto educativo (Blanco, 1994; Trigos-Carrillo, 2010), limitado por el contexto

normativo. En segundo lugar, está la planeación, el análisis, el diseño, el desarrollo, la implementación y la devaluación como etapas propias del desarrollo del material educativo, que para el caso en específico, se refiere al video tutorial (Velarde et al., 2017).

En el marco de la didáctica de la física, el aprendizaje activo demanda por parte del estudiantado, posturas propositivas que garanticen su aprendizaje y que se fundamentan en la predicción, la observación, la discusión y la síntesis, como parte del proceso de aprendizaje (D. Sokoloff, 2006, 2016; D. Sokoloff & Thornton, 1997; Thornton & Sokoloff, 1998).

El aprendizaje activo, en esencia, busca la interacción del estudiantado con el saber a aprehender. Una de las estrategias, en desarrollo (Mendieta-Aragón et al., 2022), que se han venido construyendo en este sentido, es el “aprendizaje entre iguales” o “aprendizaje entre pares”, que puede ser entendido como el aprendizaje que tiene lugar cuando un grupo de individuos con el mismo estatus, interactúan con la misma intención (W. Keerthirathne, 2020), en pro de aproximarse a un mismo resultado de aprendizaje (Boud et al., 1999), hecho que en algunos contextos, ha dado resultados favorables (Carvalho & Santos, 2021).

En la comunidad científica no hay consenso de la noción de temperatura; sin embargo, ésta se puede entender a nivel microscópico, a partir de la entropía y la energía cinética molecular, en tanto que, a nivel macroscópico, se suele interpretar desde lo cualitativo, a partir de la interacción que posibilita el tacto y al detectar “caliente” o “frío”. En síntesis, macroscópicamente, la temperatura se asume como una magnitud física, medida con el termómetro, que está vinculada con la sensación de frío o calor. Este último puede entenderse como la energía que se transfiere de un cuerpo o sistema a otro, debido a sus de mayor a menor temperatura (Serway & Jewett, 2008; Young & Freedman, 2009).

Metodología

En esta sección se ubica el enfoque, el instrumento y el procesamiento de información.

Enfoque

La investigación tiene un enfoque de orden principalmente cuantitativo (Hernández-Sampieri et al., 2014; McMillan & Schumacher, 2005) apoyado en análisis de componentes principales (Walpole et al., 2007), prueba de hipótesis (t, U-Mann Whitney, Wilcoxon), vector de Bao (Bao & Redish, 2001), ganancia de Hake (Hake, 1998).

Los participantes

El estudiantado que participó en la presente investigación, con la autorización de sus acudientes, habita en sitios cercanos a la IED, tiene edades que oscilan entre 15 y 18 años, de los cuales 36 (64,3%) son de género femenino. En total 56 jóvenes participaron en todas las actividades de la investigación, los cuales se distribuyeron en dos grupos (N1=27 y N2=29), conformados de acuerdo con los criterios de la IED, por lo que el equipo investigador no tuvo incidencia.

Diseño metodológico

La investigación es cuasiexperimental, se desarrolla con dos grupos no aleatorios, dado que se asumen tal como la IED los ha matriculado. El diseño de la se muestra en la Figura 1.

$$G_1 \rightarrow O_1 \rightarrow X_1 \rightarrow O_2 \rightarrow X_3 \rightarrow O_3$$

$$G_2 \rightarrow O_1 \rightarrow X_2 \rightarrow O_2 \rightarrow X_3 \rightarrow O_3$$

Figura 1. Diseño experimental.

De lo anterior se tiene que:

G_1 , es el grupo de estudiantes cuyo estudio se asume con la enseñanza habitual, cuyos antecedentes

muestran mejores calificaciones medias, que el grupo G_2 .

G_2 , es el grupo de estudiantes cuyo estudio se asume con fundamento en el aprendizaje activo y los video tutoriales.

O_1 Observación pre-test con el HTCE.

O_2 Observación pos-test con el HTCE.

O_3 Observación pos-pos-test con el HTCE, aplicado tres semanas después de terminado la actividad X_3 .

X_1 Conjunto de actividades tradicionales para el estudio del tópico de calor y temperatura, fundamentalmente centradas en el profesor y con talleres de ejercicio de lápiz y papel. Opcionalmente pueden acudir a la internet.

X_2 conjunto de actividades centralizadas en la secuencia didáctica, con fundamento en el aprendizaje activo y los video tutoriales.

X_3 trabajo desarrollado entre pares en el que el estudiantado del grupo G_1 , interactúa con el estudiantado del G_2 . En esta actividad, la interacción entre pares busca crear fortalezas en cada uno de los grupos, desde lo disciplinar y a manera de complemento.

El instrumento

Se utilizó el inventario Heat and Temperature Conceptual Evaluation (Thornton & Sokoloff, 2001) que reposa en la Asociación Americana de Profesores de Física y ha sido validado por pares, usado en más de 1000 estudiantes y probado en varias investigaciones (Nugraha et al., 2017). El HTCE se estructura en 8 categorías, con un total de 28 preguntas, tal como se indica en la Tabla 1. La pregunta 24 es abierta, por lo que no es tenida en cuenta para el estudio.

Tabla 1. Categorías que evalúa el HTCE

Categoría	Preguntas
1. Calor y temperatura	1, 2, 3, 4
2. Tasa de enfriamiento	5, 6, 7
3. Calorimetría	8, 9
4. Tasa de transferencia de calor	10, 11
5. Percepción de temperatura	12, 13, 14, 15
6. Capacidad calorífica específica	16, 17, 18, 19
7. Cambio de fase	20, 21, 22, 23, 25
8. Conductividad térmica	26, 27, 28

Fuente. A partir de Nugraha et al. (2017).

El procesamiento de la información

Se utilizan las pruebas de hipótesis de Wilcoxon y la prueba t, dependiendo del criterio de normalidad, para validar la existencia significativa de las puntuaciones para una muestra relacionada, es decir, para cada grupo en las observaciones O_1 , O_2 y O_3 .

Para evaluar si la diferencia es significativa entre los grupos en cada una de las observaciones, se utilizan la prueba de U Mann-Withney y la prueba t, dependiendo del criterio de normalidad.

La ganancia de Hake (G) se utiliza para establecer el nivel de ganancia y las puntuaciones que se obtiene en cada grupo y entre cada una de las observaciones. La ganancia de Hake se puede interpretar como baja ($[G] \leq 0,300$), media ($0,300 < [G] \leq 0,700$) o alta ($[G] > 0,700$). El cálculo de la ganancia de Hake se hace con base en la ecuación 1, en la que P_1 y P_2 , son las puntuaciones medias de las observaciones a comparar.

$$[G] = \frac{P_2 - P_1}{1 - P_1} \quad (1)$$

El vector de Bao y Redish (2001) se emplea para analizar la comprensión en las nociones de calor y temperatura, independientemente del grupo al que está vinculado el estudiantado participante. Para el cálculo del vector, se utilizan las puntuaciones (P) que, en el contexto propio de la física, se consideran correctas versus el factor de concentración (C). Con

la ecuación 2 se determina el factor de concentración, donde m corresponde al número de opciones de respuesta a la pregunta i , N el número de estudiantes y n_i , el número de estudiantes que han seleccionado la respuesta a la pregunta i . Tanto P como C están en el intervalo de $[0,1]$.

$$C = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m-1}} \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_i^2}}{N} - \frac{1}{\sqrt{m}} \right) \quad (2)$$

Para visualizar los vectores, se utiliza una gráfica de C vs. P , que permite establecer los modelos en los que se encuadran las personas participantes del estudio. La interpretación de las zonas donde puede ubicarse las preguntas, acorde con los planteamientos de Bao y Redish (2001), se hace como en la Figura 2. Para la interpretación de la gráfica, se precisa tener presente que ésta se subdivide en bajo (B), Medio (M) y alto (A), de manera que MM indica puntuación (P) media y factor de concentración media.

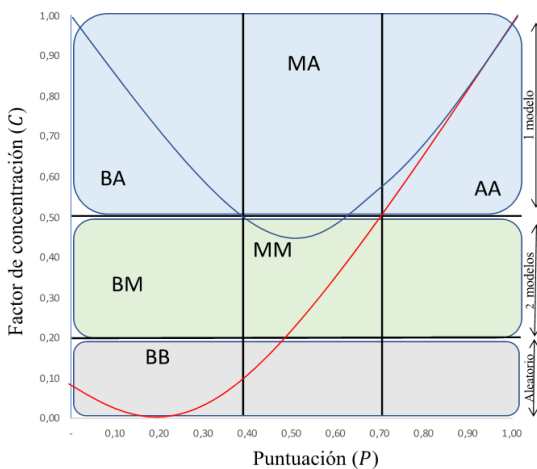


Figura 2. Representación de las áreas para interpretar los puntos. Azul un modelo, verde dos modelos y blanco respuesta aleatoria.

Fuente. Los autores a partir de Bao-Redish (2001).

La reducción de variables, con la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP), se emplea para establecer un menor número de variables agrupadas, de manera diferenciada, de la población en estudio. El ACP tiene la cualidad de reducir, agrupando las variables en otras que son linealmente independientes. Se debe verificar los

supuestos estadísticos (el índice KMO y la prueba de esfericidad).

Secuencia Didáctica

Acompañamiento X_1

Para este grupo, las actividades de docencia se organizaron en tres momentos: explicación teórica de la temática, actividades de laboratorio como habitualmente se desarrollan y ejercicios de lápiz y papel (igual al G_1).

Acompañamiento X_2

Este conjunto de actividades propone tres momentos: el primero de interacción, que se hace con base en el ciclo Predicción, Observación, Discusión y Síntesis (PODS); el segundo, la elaboración de video tutoriales y la actividad de laboratorio, por parte del estudiantado, en el contexto del aprendizaje entre pares; el tercero, relacionado con ejercicios estructurados de lápiz y papel.

Para el primer momento, se atienden los 8 pasos propuestos por Sokoloff y Thornton (1997) con varias experiencias que permiten identificar la noción cualitativa de temperatura y calor, entre las que está, tres recipientes con agua con temperaturas diferentes, tolerables por el cuerpo humano (baja, media-ambiente y alta). La experiencia consiste en que el estudiantado introduzca simultáneamente las manos en los recipientes de baja y alta temperatura, espere un momento para alcanzar un equilibrio entre la temperatura del recipiente y la mano y posteriormente, introduzca al mismo tiempo, las manos en el recipiente de temperatura media.

En el segundo momento, se realizan algunas actividades de laboratorio, que permiten elaborar curva de enfriamiento de sustancias como agua o café, variando los recipientes en cuanto al material y forma. Seguidamente se busca construir y utilizar un calorímetro casero. A partir de estas actividades y mediante la elaboración del video tutorial, que es

un requisito, se pretende crear material útil para que otras personas aprendan, es decir, el criterio del video tutorial es que pueda ser usado para la enseñanza.

El tercer momento, propone desarrollar un conjunto de ejercicios de lápiz y papel, que incluyen cálculos que retoman los conceptos de calor y temperatura estudiados a nivel de educación media, cuyos cálculos exigen aritmética y algunos elementos del álgebra.

Acompañamiento X₃

En esta actividad se pide al estudiantado del grupo G_1 compartir con sus compañeros del grupo G_2 sus aprendizajes, mediante la realización de ejercicios con lápiz y papel, en tanto que al grupo G_2, se le pide preparar las actividades realizadas y mostradas en los videotutoriales, con el fin de interactuar y colaborar con el grupo G_1. Con lo anterior, se desarrolla la interacción entre pares, procurando que cada grupo logre el mejor aprendizaje del otro (Boud et al., 1999; W. K. D. Keerthirathne, 2020).

Limitaciones del estudio

El instrumento ha sido utilizado en otros contextos culturales y otros niveles educativos, distintos a la población colombiana en la educación media; sin embargo, la traducción y validación se hizo atendiendo el rigor científico de la física educativa, con pares y expertos tanto de la disciplina, como del contexto educativo y lingüístico, con especial vigilancia en lo disciplinar. De otro lado, la investigación se desarrolla con una muestra no aleatoria y por conveniencia, aunque los resultados han pasado por el rigor del procesamiento de la información, por lo que están sujetos a validación en una mayor cantidad de grupos de estudiantes. La investigación se adelantó en periodo postpandemia, debido a la COVID-19, por lo que es difícil comparar los datos con otros estudios, pero que, a su vez, dan elementos de la nueva realidad.

Cuestiones éticas

Para la participación del estudiantado, se solicitó la autorización, mediante consentimiento informado, tanto a las autoridades de la IED como a los acudientes. En éste se indica que la información recolectada será utilizada de forma anónima y únicamente con fines académicos, respetando la normatividad vigente en Colombia (Congreso de la República de Colombia, 2012).

Resultados y Análisis

Los aspectos del instrumento

En la observación “a priori”, el instrumento HTCE tiene resultados de confiabilidad O_3 y resultados globales de fiabilidad para las 27 preguntas, evaluado con el alfa de Cronbach de 0,741 (0,715 estandarizadas), por lo que podría interpretarse como bueno.

Tabla II. Fiabilidad del HTC por categoría en la observación O_3 referida al pos-pos-test.

Categoría	Alfa [Alfa para elementos estandarizados]	# Preg.	Media porcentual de acierto	Desviación
1. Calor y temperatura	0,573 [0,564]	4	27,8%	26,3%
2. Tasa de enfriamiento	0,341 [0,350]	3	51,7%	21,7%
3. Calorimetría	0,280 [0,281]	2	16,5%	14,5%
4. Tasa de transferencia de calor	0,348 [0,348]	2	31,5%	26,5%
5. Percepción de temperatura	0,443 [0,421]	4	68,3%	26,8%
7. Cambio de fase	0,379 [0,395]	5	42,6%	27,0%
8. Conductividad térmica	0,666 [0,679]	3	22,7%	30,4%

Los cálculos de fiabilidad del instrumento por categoría, descritos en la Tabla II, señalan un alfa que oscila entre 0,280 (Calorimetría) y 0,666 (categoría conductividad térmica). La mayor puntuación porcentual, se da en la categoría percepción de la temperatura con el 68.3% de aciertos y una varianza de 26,3%.

En cuanto a la comprensión de calor y temperatura del estudiantado

En la Figura 3 están las pruebas de hipótesis transversal y longitudinal del estudio, para los dos grupos (G_1 y G_2), en las tres observaciones (O_1 , O_2 y O_3). Se logra identificar que las diferentes observaciones cumplen el criterio de normalidad, exceptuando el G_1 en la O_1 . Además, se calculan las diferentes pruebas de hipótesis para establecer las diferencias significativas y proceder a interpretar las medias.

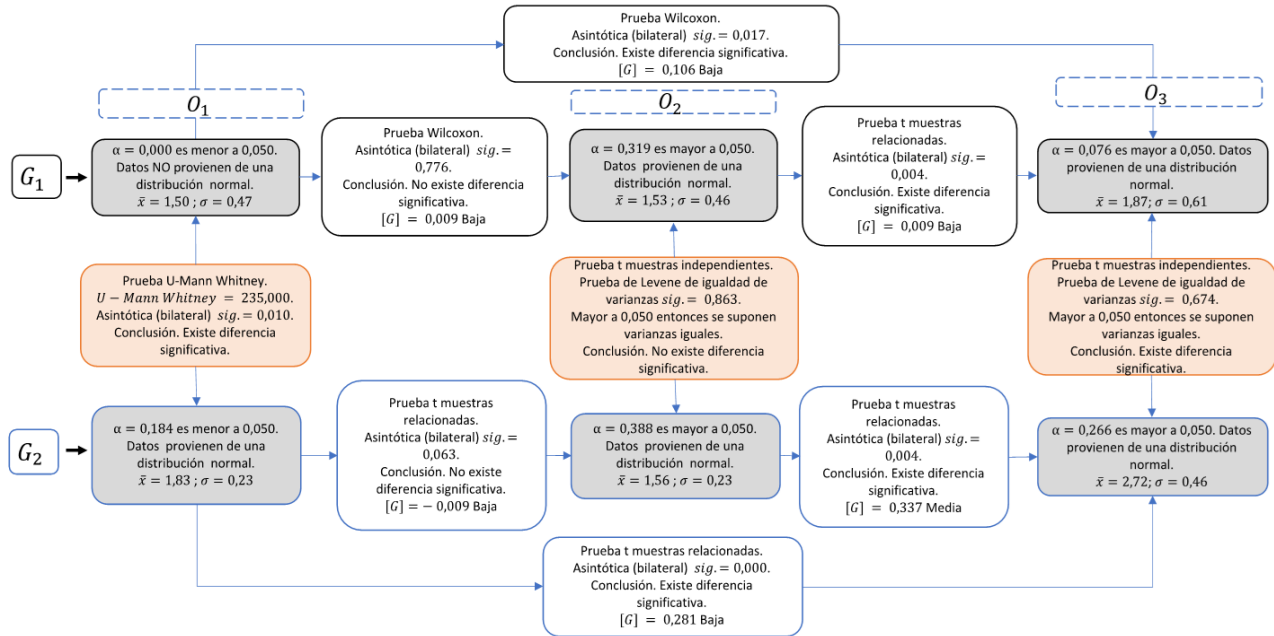


Figura 3. Pruebas de hipótesis de cada una de las observaciones para los grupos en estudio.

En la primera observación, los grupos G_1 y G_2 presentan una diferencia significativa, lo que concuerda con la percepción inicial de cada grupo en la IED. Esta se evidencia del mismo modo, en la observación O_3 ; sin embargo, se logra identificar que el grupo G_2 (0,106) tiene una mayor ganancia de Hake que el grupo G_1 (0,281), a pesar de que se clasifica en el intervalo de baja (Hake, 1998). Desde el punto de vista estadístico, en la observación O_2 , los dos grupos (G_1 y G_2) no presentan diferencias significativas, notándose para el grupo G_2 , una disminución en la media, que no es estadísticamente significativa.

Entre la observación O_2 y O_3 , los dos grupos (G_1 y G_2) tienen diferencias significativas y un incremento en las medias. La ganancia (G) en el grupo G_2 , está en el rango medio (0,337), en tanto que para el grupo G_1 , la ganancia es baja (0,009).

En la observación O_3 las medias para cada grupo, 1,87 para G_1 y 2,72 para G_2 , junto con el soporte inferencial, es evidencia que el aprendizaje activo tiene una incidencia favorable en la comprensión de calor y temperatura.

Para el grupo G_2 , entre las observaciones O_2 y O_3 , se identifica que hubo un incremento en las medias aritméticas que, de acuerdo con Hake, corresponde con una ganancia media. El anterior hecho se da por la intervención X_3 , por lo que podría decirse que los ejercicios de lápiz y papel se constituyen en un elemento relevante que complementa la comprensión de los conceptos de calor y temperatura por parte del estudiantado.

Con lo anterior, puede inferirse que el aprendizaje activo no es suficiente para lograr la comprensión de las nociones de calor y temperatura;

sin embargo, el aprendizaje activo es una condición necesaria, que complementada con los ejercicios de lápiz y papel, contribuye significativamente en el aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura en los estudiantes de educación media.

La concentración en las respuestas en un modelo

Como se observa en la Figura 4, en la observación O_3 las preguntas 1, 2, 3, 4, 13, 15, 22 y 25, pasan de estar ubicadas en diversas regiones, a agruparse en la región AA, lo que indica que tienen puntuaciones altas y valores de concentración de Bao-Redish alto. De acuerdo con Nugraha et al. (2017), las preguntas 1, 2, 3 y 4 están en la categoría “calor y temperatura”, las preguntas 13 y 15 en la categoría “percepción de la temperatura” y las preguntas 22 y 25, en cambio de fase, lo que evidencia la incidencia favorable de las actividades adelantadas, en pro de la comprensión de calor y temperatura.

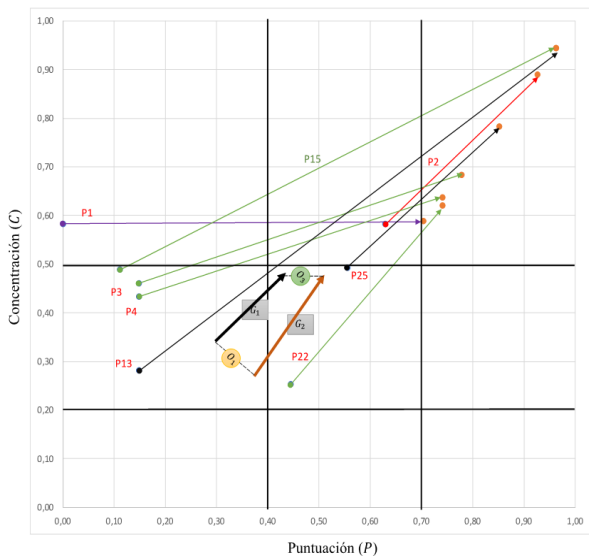


Figura 4. Selección de las preguntas que se concentraron (C) en un único modelo con la mayor puntuación (P), así como la correspondiente, P y C, a las observaciones O_1 y O_3 en cada grupo.

En la Figura 4, se muestra cómo los grupos, G_1 y G_2 , en la observación O_1 , aparecen con una

concentración media y puntuación baja, teniendo un mayor índice de concentración el grupo G_1 . Al finalizar el proceso con ambos grupos, se observa cómo el factor de concentración para ambos es equiparable; sin embargo, la puntuación media en el grupo G_2 es mayor que en el grupo G_1 . Con lo anterior, se observa que la variación en la concentración y en la puntuación, es mayor en el grupo G_2 , con el cual se hizo mayor inversión en las actividades ligadas al aprendizaje activo.

En cuanto a los factores intrínsecos en las observaciones O_1 y O_3

Después de correr el ACP en la observación O_1 , se obtuvo una medida de Kaiser-Meyer-Olkin KMO = 0,560 y una prueba de esfericidad ($\chi^2 = 82,430$, gl.=36 y sig.=0,000). Se utilizó el Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser, que convergió en 4 iteraciones. En la reducción, se encontraron 3 factores que interpretan el 56,313%, denominados “F1. Conductividad térmica y cambio de fase”, “F2. Capacidad calorífica específica, calorimetría y temperatura” y “F3. Tasa de enfriamiento y temperatura”.

En el factor “F1. Conductividad térmica y cambio de fase”, que interpreta el 23,432% de la varianza, se agrupan las preguntas 20, 26 y 27. La pregunta 20 señala, respecto a la Figura 5 ¿Qué gráfico podría mostrar un intervalo de tiempo en el que el hielo se está derritiendo, pero todavía hay algo de hielo en el agua?, en tanto que las preguntas 26 y 27, hacen referencia a la conductividad térmica, a través de una varilla, por lo que, al parecer, subyacen aspectos relacionados con el comportamiento de los materiales y sustancias, al momento de transferirse energía de o al sistema.

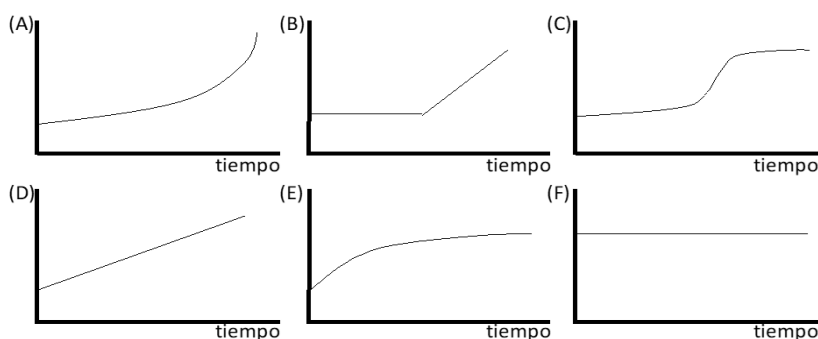


Figura 5. Gráfica que hace parte de la pregunta 20.

Fuente. Inventario HTCE de propiedad de la Asociación Americana de Física.

El factor “F2. Capacidad calorífica específica, calorimetría y temperatura”, explica el 17,481% de la varianza, agrupa las preguntas 1, 9 y 16. Necesariamente, requiere la relación de la capacidad calorífica, la variación de temperatura, la masa del agua y la interacción con otro cuerpo o su entorno. La pregunta 16, que refiere la Figura 5, señala “Si el calor se transfiere a la taza con rapidez constante, ¿cuál de los siguientes gráficos representa mejor la forma del gráfico de la temperatura del agua a lo largo del tiempo, a medida que se transfiere el calor? Responda H si cree que ninguna es correcta”, adicionalmente refiere la tasa de transferencia de energía interna.

El factor “F3. Tasa de enfriamiento y temperatura” explica el 15,400% de la varianza, agrupa las preguntas 5, 6 y 15. Las preguntas se refieren a la rapidez con la cual se transfiere energía, en tanto que la pregunta 15, hace alusión a la misma transferencia de energía en un tiempo infinito, cuando se logra el equilibrio térmico, como lo señala la ley cero de la termodinámica.

Para la observación O_3 , se obtuvo una medida de Kaiser-Meyer-Olkin $KMO = 0,461$ y una prueba de esfericidad ($\chi^2 = 212,717$, $gl. = 66$ y $sig. = 0,000$). Se utilizó el Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser, que convergió en 5 iteraciones, en la reducción se encontraron 5 factores que interpretan el 79,705%. Los factores se denominaron “F1-O3. Temperatura y cambio de fase”, “F2-O3.

Calor y temperatura - cambio de fase”, “F3-O3. Percepción temperatura”, “F4-O3. Conductividad térmica” y “F5-O3. Capacidad calorífica y cambio de fase”.

El factor “F1-O3. Temperatura y cambio de fase” agrupa las preguntas 13, 15 y 25 y explica el 17,422%. Las preguntas 13 y 15 están referidas a valorar la percepción cualitativa de temperatura; al parecer, para el estudiantado, ésta guarda una relación con el cambio de fase, pero con insistencia en la visión cualitativa de temperatura. La pregunta 25 hace referencia a “tres ollas de agua hirviendo en la estufa” y la pregunta es “¿Cuál tiene la temperatura más baja?”, por lo que, al parecer, lo relacionado con el cambio de fase, en la pregunta en cuestión, también refiere la noción cualitativa de temperatura, en la que subyace la claridad de los cambios de fase.

El factor “F2-O3. Calor y temperatura - cambio de fase”, agrupa las preguntas 1, 4 y 22 y explica el 16,121%. Las preguntas 1 y 4 relacionan las nociones de calor y temperatura, e implican algunos cálculos, en tanto que la pregunta 22, indaga la comprensión del cambio de fase incorporando el concepto de calor latente.

El factor “F3-O3. Percepción temperatura”, agrupa las preguntas 12 y 14 y explica el 15,684% de la varianza. Estas preguntas hacen parte de

la categoría de agrupación *a priori*, referida a la percepción de la temperatura, indagando esa cualidad cualitativa de la temperatura.

El factor “F4-O3. Conductividad térmica”, reúne las preguntas 26 y 27 y explica el 12,975%. Las preguntas refieren la noción “*a priori*”, relacionada con la conductividad térmica lineal, evaluando una, la más rápida y la otra, la más lenta.

El factor “F5-O3. Capacidad calorífica y cambio de fase”, aglutina las preguntas 17 y 23. La pregunta 17 relaciona la cantidad de calor y temperatura, exigiendo cálculos algebraicos generalizados, en tanto que la pregunta 23, en relación con la Figura 5, señala “¿Qué gráfico podría mostrar un intervalo de tiempo cuando el agua está hirviendo durante todo el tiempo que muestra el gráfico?”.

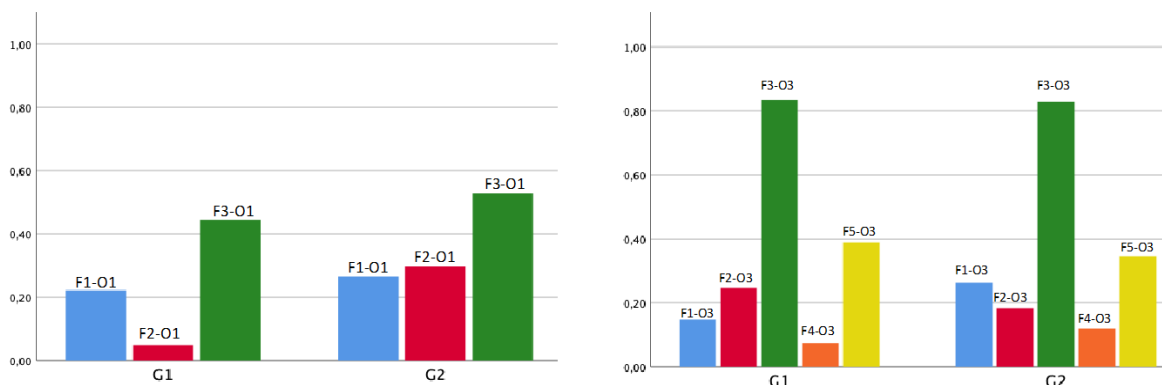


Figura 6. Factores de la observación (a) O_1 y la (b) O_3 .

En la Figura 6, se observa cada uno de los factores intrínsecos, tanto en la observación O_1 como en la O_3 , con su valoración media (entre 0,00 y 1,00) para los grupos G_1 y G_2 . En la Figura 5 se observa la diferencia en los grupos marcada en el factor F2-O1, con una media de cerca del 0,05 (G_1) y 0,24 (G_2).

En la observación O_3 , los factores intrínsecos se presentan de manera equiparable en los grupos en estudio, por lo que, las nociones de calor y temperatura, se ven influenciadas favorablemente en la comprensión, al parecer, por el conjunto de actividades docentes desarrolladas.

Los resultados muestran cómo el estudiantado de educación media, que participó en el conjunto de actividades relacionadas con el aprendizaje activo, logra una mayor comprensión de las nociones de calor y temperatura, así como las implicaciones que

ésta puede tener en la comprensión de otras temáticas, como el caso de calor latente, capacidad específica y conductividad térmica. Es preciso indicar que el grupo con enseñanza tradicional, también tiene un nivel de aporte, aunque menor, en la comprensión de calor y temperatura.

Si bien, ciertas preguntas requieren algunos cálculos aritméticos o algebraicos, se precisa tener presente que después de la intervención X_3 , interacción entre pares, ambos grupos tuvieron una ganancia en la comprensión de las nociones en estudio, por lo que se puede entender que el aprendizaje activo, conjugado con las actividades tradicionales “ejercicios de lápiz y papel, con claridad aritmética y algebraica”, contribuyen en una mejor forma de abordar las pruebas en estudio.

Conclusiones

La investigación permite identificar que incorporar las actividades de interacción vinculadas pedagogías activas, como la elaboración de vídeo tutoriales, la experimentación directa con inmediata confrontación y discusión (ciclo PODS) y el trabajo entre pares, debidamente articulado con algunas actividades de la enseñanza habitual (ejercicios de lápiz y papel, explicación magistral) pueden tener mayores beneficios en la comprensión de los conceptos de ciencias, para el caso en estudio las nociones de calor y temperatura.

De otro lado, se identifica como la estructuración el instrumento de evaluación es un elemento a considerar en las actividades de enseñanza, dado que el HTCE incorpora preguntas que exigen el manejo básico álgebra para su desarrollo adecuado desde la física termodinámica, lo que es adecuado toda vez que el estudiantado que está bien la educación media, por lo que se presume que el estudiantado debe contar con dichos elementos cognitivos; sin embargo, el contexto temporal en el que se desarrolla la investigación es pos-pandémico, por lo que resulta razonable entender que prevalecen algunas necesidades básicas en el estudiantado relacionadas con la aritmética hay en el álgebra.

Los factores intrínsecos que emergieron al final del proceso investigativo, indican como la comprensión de las nociones de calor y temperatura se ven favorecidas, en sus relaciones integración con otros factores a priori, desde el punto de vista disciplinar. La percepción de temperatura y la conductividad térmica, como categorías a priori, emergen como factores intrínsecos en la comprensión de calor y temperatura; así mismo emergen otros factores intrínsecos que señalan como los conceptos propios de la termodinámica (temperatura y cambio de fase, calor y temperatura - cambio de fase, capacidad calorífica y cambio de fase) se avanza en la comprensión en forma articulada e integrada.

Trabajos futuros deben avanzar en la identificación y propuesta de actividades enseñanza, en el campo de la investigación en ciencias naturales, en particular de la física, orientadas a afianza la interacción del estudiantado con sus pares, el saber en estudio, la tecnología como medio y mediación, en pro de mejores aprendizajes.

Agradecimiento

A la Maestría en Educación en Tecnología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. La primera autora hace un reconocimiento muy especial a su familia quienes la apoyaron en el proceso de la investigación. El segundo autor agradecer a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por el impulso decidido a la investigación a través de los programas posgraduales.

Referencias

- Alcaldía Mayor de Bogotá DC. (2022). *Diagnóstico local Ciudad Bolívar*. https://www.integracionsocial.gov.co/images/_docs/entidad/19_Diagnostico_local_Ciudad_Bolivar_2021.pdf
- Bao, L., & Redish, E. F. (2001). Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. *American Journal of Physics*, 69(S1), S45–S53. <https://doi.org/10.1119/1.1371253>
- Benítez, J. (2012). Percibiendo lo invisible: la enseñanza de las fuerzas físicas en ambientes multisensoriales. *Departamento de Innovación tecnológica, Dirección de Innovación y Desarrollo tecnológico. DGTIC-UNAM.*, 1–9. http://www.repositoriogeneral.unam.mx/app/webroot/digitalResourcesFiles/rua.admin@unam.mx/834_2015-03-12_100627.207792/user_CARJ7801015U2_proposal_143_recurso.pdf
- Blanco, N. (1994). Las intenciones educativas. *Teoría y desarrollo del curriculum*, 205–231. <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2012/11/PPP->

- DC-Blanco-Las-intenciones-educativas.pdf
- Boud, D., Cohen, R., & Sampson, J. (1999). Peer learning and assessment. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 24(4), 413–426. <https://doi.org/10.1080/0260293990240405>
- Briceño, J., Rosario, J., Rivas, Y., Lobo, H., Gutiérrez, G., Villarreal, M., & Díaz, J. (2009). El Aprendizaje de Fenómenos Electromagnéticos mediante una herramienta interactiva. *Educere*, 45, 501–507. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35614572024.pdf>
- Carriel Nevarez, B., & Aguirre Roelas, M. (2019). Educación Tradicional En El Proceso De Enseñanza Y Aprendizaje. Estrategias De Procesos Educativos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35263>
- Carvalho, A., & Santos, C. (2021). The transformative role of peer learning projects in 21st century schools—achievements from five Portuguese educational institutions. *Education Sciences*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/educsci11050196>
- Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1581 de 2012. *Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*. https://www.defensoria.gov.co/public/Normograma_2013_html/Normas/Ley_1581_2012.pdf
- Fandos, M., Jiménez, J., & González, A. (2002). Estrategias didácticas en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Acción Pedagógica*, 11(1), 28–39. Estrategias didácticas en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación
- Garduño, L. (2010). *Implementación de clases demostrativas interactivas para la enseñanza de la caída libre en el bachillerato* [Instituto Politécnico Nacional]. <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/9960/1/185.pdf>
- González, O. (2018). El video tutorial como herramienta de educación no formal en estudiantes de Bogotá, Colombia. *Question Revista especializada en pedirme comunicación*, 1(59), 071. <https://doi.org/https://doi.org/10.24215/16696581e071>
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 64(66), 64–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (J. Mares-Chacon (ed.)). McGraw Hill Intereamericana Editores S.A. <http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed-incluye-cd-rom/9786071502919/1960006>
- Jiménez, D., & Marín, G. (2012). Asimilación de contenidos y aprendizaje mediante el uso de videotutoriales. *Enseñanza & Teaching*, 63–79. <https://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/article/view/9311>
- Jover-Olmeda, G. (1987). El sentido de la intencionalidad en la relación educativa. *Revista española de pedagogía*, XLV(176), 207–225. <https://revistadepedagogia.org/wp-content/uploads/2018/04/3-El-Sentido-de-la-Intencionalidad-en-la-Relación-Educativa.pdf>
- Keerthirathne, W. (2020). Peer Learning: an Overview. *International Journal of Scientific Engineering and Science*, 4(11), 1–6. <http://ijses.com/>
- Keerthirathne, W. K. D. (2020). Peer Learning: an

- Overview. *International Journal of Scientific Engineering and Science*, 4(11), 1–6. <http://ijses.com/>
- López, D. (2020). Estrategias didácticas para el uso eficaz de simulaciones interactivas en el aula. *Am. J. Sci. Educ*, 7(January 2020), 12019. <https://www.researchgate.net/publication/351662507%0AEstrategias>
- López, D., & Orozco, J. (2017). Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria. *American Journal Physics Education*, 11(2), 2322-1–10. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6353441>
- Maldonado, Y., Lopez, A., & Ramírez, M. (2013). Clases demostrativas interactivas de magnetismo en el bachillerato del IPN I. INTRODUCCIÓN. *Am. J. Phys. Educ*, 7(1), 27. <http://www.lajpe.org>
- Marín, G. (2021). Algunas concepciones CTSA de estudiantes de noveno grado sobre conceptos termodinámicos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 49, 239–254. <https://doi.org/10.17227/ted.num49-8645>
- McMillan, J., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Editorial Pearson Educación S.A.
- Medellín, I., & Giraldo, Y. (2018). La formación del concepto de temperatura a partir del aprendizaje experiencial [Pontificia Universidad Javeriana]. En *Pontificia Universidad Javeriana*. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/35310>
- Mendieta-Aragón, A., Arguedas-Sanz, R., Ruiz-Gómez, L., & Navío-Marco, J. (2022). Tackling the challenge of peer learning in hybrid and online universities. *Education and Information Technologies*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11397-7>
- Nugraha, D. A., Suparmi, A., Winarni, R., & Suciati. (2017). Students' profile of heat and temperature using HTCE in undergraduate physics. En A. F. Suparmi (Ed.), *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 909, Número 1). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012059>
- Serway, R., & Jewett, J. (2008). Física para ciencias e ingeniería Vol. 1. En *Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.* (Vol. 1, Número 4). <https://doi.org/10.1119/1.2342517>
- Simanca, F., & Barroso, Y. (2016). La enseñanza de los fraccionarios con el apoyo de un recurso TIC. *Tecnología Investigación y Academia*, 4, 1–5. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/10407>
- Sokoloff, D. (2006). *Active learning in optics and photonics: training manual; 2006* (D. R. Sokoloff (ed.); The Intern). UNESCO - The International Society for Optical Engineering.
- Sokoloff, D. (2016). Active Learning Strategies for Introductory Light and Optics. *The Physics Teacher*, 54(1), 18–22. <https://doi.org/10.1119/1.4937966>
- Sokoloff, D., & Thornton, R. (1997). Using interactive Lecture demonstrations to create an active learning environment. *The Physics Teacher*, 35(September 1997), 340–347.
- Thornton, R., & Sokoloff, D. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula. *American Journal of Physics*, 66(4), 338–352. <https://doi.org/10.1119/1.18863>
- Thornton, R., & Sokoloff, D. (2001). Heat and Temperature Conceptual Evaluation (HTCE). *PhysPort Supporting physics teaching with*

research-based resources. <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?I=16&A=HTCE>

Trigos-Carrillo, L. (2010). Significado e Intencionalidad. *Forma y Función*, 23(1), 89–99. <https://www.redalyc.org/pdf/219/21916690003.pdf>

Velarde, A., Dehesa, J., López, E., & Márquez, J. (2017). Los vídeo tutoriales como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. *Educateconciencia*, 14(15), 67–86. <https://core.ac.uk/download/pdf/268579032.pdf>

Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, S. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (Octava Edición). Editorial Pearson Educación S.A.

Young, H., & Freedman, R. (2009). Física Universitaria. En *Pearson Educación* (Vol. 1).

