Nuevas Perspectivas
Revista de Educación en Ciencias Naturales y Tecnología
ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Interpretación de imágenes sobre fenómenos físicos realizada por estudiantes de secundaria

Interpretation of images about physical phenomena by high school students

Vanesa Gabriela García Schanz[1], Carla Inés Maturano[2], Franco Ariel Guzmán[3] y Carina Alejandra Rudolph[4]

García Schanz, V. et al. (2026). *Interpretación de imágenes sobre fenómenos físicos realizada por estudiantes de secundaria*. Revista Nuevas Perspectivas, 5 (10), 1-15

Fecha de recepción: 29/10/2025
Fecha de aceptación: 23/09/2026

Resumen: En el aprendizaje de las ciencias, las imágenes juegan un rol fundamental en la construcción del conocimiento científico. La interpretación de imágenes es un proceso desafiante para el estudiantado y se han reportado diversas dificultades en ese sentido. El objetivo de esta investigación es analizar las producciones escritas de estudiantes de educación secundaria básica al identificar y caracterizar los fenómenos térmicos a partir de tres imágenes extraídas de libros de texto que conjugan diferentes tipos y niveles de representación. Para analizar las producciones se han considerado las siguientes dimensiones: los aspectos visuales (foco y tipo de representación) y/o verbales (anotaciones y/o cotexto); los niveles de representación (macroscópico, submicroscópico y/o simbólico); la comparación entre los componentes de cada imagen y la relación con los fenómenos físicos. Los resultados evidencian que la mayoría del estudiantado logra articular los aspectos visuales y verbales; no obstante, algunos permanecen en un nivel icónico de representación sin trascender lo visual, aunque logran integrar ambos aspectos en las imágenes simbólicas. El nivel de representación alcanzado en las respuestas se vincula directamente con su tipo. Las comparaciones entre elementos se observaron principalmente en las imágenes de carácter más icónico y en el nivel macroscópico. En

[1] Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales (IIECE). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: vgarciaunsj@gmail.com.ar
[2] Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales (IIECE). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: cmatur@gmail.com
[3] Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales (IIECE). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: gfrancoariel@gmail.com
[4] Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales (IIECE). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: carinaarudolph@gmail.com

general, las respuestas establecen relaciones entre lo observado y el fenómeno físico representado en las tres imágenes, incorporando también ideas de carácter intuitivo. Estos hallazgos hacen posible sostener que se necesita un abordaje específico en la clase de ciencias para el desarrollo de la competencia representacional.

Palabras Clave: imágenes, calor, temperatura, libros de texto, escuela secundaria

Abstract: In science learning, images play a fundamental role in the construction of scientific knowledge. The interpretation of images is a challenging process for students and several difficulties have been reported in this sense. The objective of this research is to analyse the written productions of lower secondary school students by identifying and characterizing thermal phenomena based on three images extracted from textbooks that combine different types and levels of representation. To analyse the productions, the following dimensions were considered: visual aspects (focus and type of representation) and/or verbal aspects (annotations and/or co-text); levels of representation (macroscopic, submicroscopic, and/or symbolic); comparison of the components of each image; and the relationship to the physical phenomena. The results show that most students manage to articulate the visual and verbal aspects; however, some remain at an iconic level of representation, failing to transcend the visual, although they do integrate both aspects in symbolic images. The level of representation achieved in the responses is directly linked to its type. Comparisons between elements were observed primarily in the more iconic images and at the macroscopic level. In general, the responses establish relationships between what is observed and the physical phenomenon represented in the three images, also incorporating intuitive ideas. These findings make it possible to argue that a specific approach is needed in science class to develop the representational competence.

Keywords: images, heat, temperature, textbooks, secondary school

Introducción

Para aprender una disciplina, las y los estudiantes deben ser capaces de comprender la forma en que se construye a través del lenguaje y otras semiosis. También, para demostrar su conocimiento, deben poder utilizar dichos recursos lingüísticos y semióticos especializados para reconstruir los significados (Doran, 2021). La construcción y comunicación del conocimiento científico en diversas ocasiones se concretiza a través de imágenes. Según Opfermann et al. (2017), muchos conceptos, procesos o relaciones se comprenden mejor cuando se proporciona algún tipo de imagen, ya que estas muestran de forma inmediata lo que tomaría más tiempo describir con palabras o experimentos. Si bien las imágenes son fundamentales en la educación en ciencias, se ha comprobado que las y los estudiantes frecuentemente tienen dificultades para interpretarlas ya que este proceso es desafiante y su demanda aumenta a medida que estas se vuelven más técnicas y abstractas, y cuando los temas se profundizan (Martin y Unsworth, 2024).

Para caracterizar las imágenes, algunos aspectos a considerar son: el foco y tipo de representación (Martin y Rose, 2008), el nivel de representación (Gilbert y Treagust, 2009) y los componentes verbales (Martin y Unsworth, 2024). En la Tabla 1 se describe cada uno de estos aspectos.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Aspectos		Descripción
Foco	Entidad-Composición	Muestra los componentes de una entidad.
	Entidad-Clasificación	Muestra las subclases de una clase general según un criterio.
	Entidad-Propiedad	Muestra propiedades de una entidad.
	Actividad	Muestra una actividad simple o una secuencia de varios pasos.
Nivel de representación	Macroscópico	Exhibe fenómenos de acuerdo con el sentido visual humano.
	Submicroscópico	Representa elementos demasiado pequeños para ser observados, como los átomos.
	Simbólico	Proporciona una explicación de los fenómenos mediante símbolos, letras, números y signos.
Tipo de representación	Icónico	Es una fotografía o dibujo realista.
	Indexical	Consiste en dibujos de contorno, flechas, entre otros.
	Simbólico	Involucra esquemas, gráficos estadísticos, tablas o símbolos.
Componentes verbales	Anotaciones	Se relacionan con partes específicas de la imagen.
	Cotexto	Se vincula con la imagen como un todo.

Tabla 1. Aspectos susceptibles de análisis en imágenes científicas según Martin y Rose (2008), Gilbert y Treagust (2009), y Martin y Unsworth (2024).

En el aprendizaje de las ciencias la comprensión de imágenes involucra el desarrollo de la competencia representacional, entendida como la capacidad para: usar representaciones para describir fenómenos observables en términos de entidades y procesos moleculares subyacentes; generar o seleccionar una representación y explicar por qué es apropiada para un propósito particular; usar palabras para identificar y analizar características de una representación particular y patrones de características; describir cómo diferentes representaciones podrían expresar lo mismo que otra, algo diferente o algo que no se puede expresar con otra; establecer conexiones entre diferentes representaciones y explicar la relación entre ellas; comprender que las representaciones corresponden a los fenómenos observados, pero son distintas de ellos; utilizar las representaciones y sus características para respaldar afirmaciones, extraer inferencias y hacer predicciones sobre los fenómenos observables (Kozma y Russell, 2005). El desarrollo de esta competencia implica el abordaje específico de las representaciones en el aula de ciencias a lo largo de la escolarización.

Para trabajar la competencia representacional en el ámbito de la educación científica, se hace necesario abordar de manera explícita y sistemática la comprensión de imágenes que conjugan diferentes aspectos, tales como el foco, el tipo de representación y los componentes verbales utilizados. Comprender las imágenes implicaría además la necesidad de vincular los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico en la construcción de explicaciones acerca de los fenómenos naturales (Unsworth et al., 2022).

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Algunos fenómenos que podrían abordarse en los materiales educativos a través de imágenes se relacionan con los conceptos de calor y temperatura. Las y los estudiantes pueden acercarse a estos contenidos a través de la observación de imágenes asociadas a fenómenos térmicos. En investigaciones anteriores sobre el aprendizaje de estos conceptos, Yeo et al. (2021) trabajaron con estudiantes a quienes solicitaron la escritura a partir de la interpretación de imágenes. Estos autores recomiendan la realización de estudios adicionales para conocer mejor los desafíos que enfrenta el alumnado al expresar su pensamiento y cómo se le podría apoyar desde la enseñanza.

El objetivo de esta investigación consiste en analizar las producciones escritas que construyen las y los estudiantes de educación secundaria básica al identificar y caracterizar los fenómenos térmicos presentados mediante imágenes extraídas de libros de texto.

Metodología

En esta investigación, de carácter exploratorio, se trabajó con una muestra de 23 estudiantes de segundo año del ciclo básico de la escuela secundaria (se denomina a cada estudiante con un código asignado al azar como E#). Se diseñó un instrumento para registrar la interpretación de tres imágenes referidas a los conceptos de calor y temperatura. El mismo fue completado por los participantes en forma individual y escrita. Se le solicitó a cada estudiante que escriba: qué observa en cada imagen y qué considera que comunica desde el punto de vista de la Física. La implementación se realizó durante una clase de cuarenta minutos en el espacio curricular Física previo al abordaje de los contenidos involucrados.

Las imágenes incluidas en el instrumento se han extraído de libros de texto de la escuela secundaria (Figura 1). La selección tuvo en cuenta que las imágenes integren los principales conceptos a abordar en este nivel educativo, que involucren representaciones con diferentes características (Tabla 2) y que contribuyan para introducir la descripción corpuscular de la materia e interpretar variables macroscópicas (como la temperatura) en términos de la energía que interviene en los procesos submicroscópicos (Ministerio de Educación, 2011).

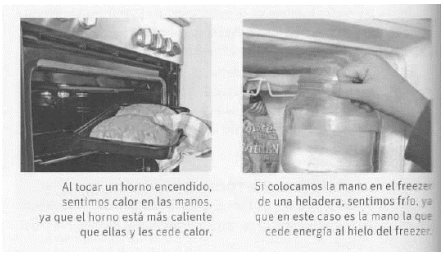


Imagen 1 (Schiavi, 2017)

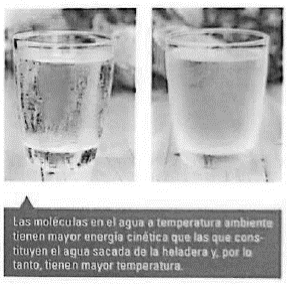


Imagen 2 (Alberico et al., 2022)

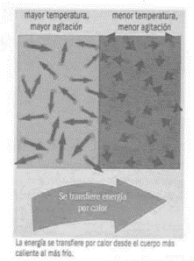


Imagen 3 (Frid et al., 2017)

Figura 1. Imágenes incluidas en el instrumento.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Imagen	Foco	Nivel	Tipo	Componentes verbales
1	Actividad	Macroscópico (imagen y cotexto)	Icónico	Cotexto
2	Entidad - Propiedad	Macroscópico (imagen) y submicroscópico (cotexto)	Icónico	Cotexto
3	Actividad	Macroscópico (cotexto), submicroscópico (imagen) y simbólico (imagen, anotaciones y cotexto)	Indexical y simbólico	Anotaciones y cotexto

Tabla 2. Caracterización de las imágenes del instrumento.

Como se observa en la Figura 1, las tres imágenes seleccionadas son compuestas ya que están constituidas por dos componentes que admiten comparaciones entre sí. El componente de la izquierda de la Imagen 1 muestra una mano que saca una fuente del horno. Como la mano está protegida con un paño, podría suponerse que la fuente está caliente. El componente de la derecha muestra una mano que saca un recipiente con agua del freezer, por lo que se supondría que el recipiente está frío. Ambos componentes ponen el foco en actividades (manipular objetos con distintas temperaturas) y son de tipo icónico (fotografías). Ambas captan el fenómeno a nivel macroscópico (como se ven a simple vista). Los componentes verbales se limitan a la inclusión de un cotexto que relaciona el fenómeno con la percepción sensorial de la temperatura, y expresan “Al tocar un horno encendido, sentimos calor en las manos, ya que el horno está más caliente que ellas y les cede calor” y “Si colocamos la mano en el freezer de una heladera, sentimos frío, ya que en este caso es la mano la que cede energía al hielo del freezer”, respectivamente.

La Imagen 2 presenta dos vasos con agua a diferentes temperaturas. En el componente de la derecha, el vaso se encuentra empañado, lo que lleva a pensar que está frío y algunas gotas de agua provenientes de la humedad del ambiente se han condensado en su exterior. En el componente de la izquierda se muestra un vaso translúcido que deja ver algo que hay detrás. En ambos casos el foco está en una entidad (el vaso con agua) cuya propiedad (temperatura) es diferente en cada componente de la imagen. La representación es de tipo icónico (una fotografía) y pone en evidencia el fenómeno a nivel macroscópico (como se observa a simple vista). Los componentes verbales se reducen a un cotexto que permite ampliar la interpretación a nivel submicroscópico indicando “Las moléculas en el agua a temperatura ambiente tienen mayor energía cinética que las que constituyen el agua sacada de la heladera y, por lo tanto, tienen mayor temperatura”.

La Imagen 3 muestra el contacto térmico entre un cuerpo a mayor temperatura y uno a menor temperatura. El componente de la izquierda (a mayor temperatura) se colorea rojo y a sus partículas se les asocian vectores más largos que simbolizan mayor velocidad. El de la derecha (a menor temperatura) se colorea azul y a sus partículas se les han dibujado vectores más cortos que simbolizan

menor velocidad. El foco de la imagen está puesto en una actividad (la transferencia de energía en forma de calor) que se muestra mediante una representación de tipo indexical (dibujos de contorno que indican dos cuerpos) y simbólico (partículas, vectores de velocidad, colores rojo y azul asociados a la temperatura, flecha de flujo de energía) que exponen el fenómeno a nivel submicroscópico (partículas) y simbólico (símbolo del flujo de la energía). Los componentes verbales incluyen anotaciones como "mayor temperatura, mayor agitación", "menor temperatura, menor agitación" y "se transfiere energía por calor", y un cotexto que expresa "La energía se transfiere por calor desde el cuerpo más caliente al más frío". Ambos hacen alusión a la información representada simbólicamente.

Para analizar las producciones escritas se tuvieron en cuenta las siguientes dimensiones de análisis que consideran si las interpretaciones se centran en: (a) los aspectos visuales (foco y tipo de representación) y/o verbales (anotaciones y/o cotexto); (b) los niveles de representación (macroscópico, submicroscópico y/o simbólico); (c) la comparación entre los componentes de cada imagen y (d) la relación con los fenómenos físicos.

En relación con la dimensión (a) referida a los aspectos visuales y/o verbales presentes en las respuestas, se han establecido las categorías: visual, verbal, visual y verbal (para respuestas que combinan ambos aspectos) y no menciona aspectos visuales y/o verbales. Se detallan en la Tabla 3 los aspectos visuales y verbales que se podrían encontrar en las respuestas de las y los estudiantes para cada una de las imágenes.

Imagen	**Aspectos visuales**	**Aspectos verbales**
1	La respuesta está redactada en términos de la actividad que se representa en la imagen de forma icónica (se coloca un pan en el horno usando la mano con un guante y se coloca un frasco en el freezer usando la mano sin guante).	La respuesta involucra ideas expresadas en el cotexto ("*sentimos calor en las manos*", "*sentimos frío*", "*el horno está más caliente que ellas* (las manos)", "(el horno) *les cede calor* (a las manos)", "*la mano cede energía al hielo del freezer*".
2	La respuesta está redactada en términos de las propiedades de los objetos o entidades que se visualizan en la imagen de forma icónica (vaso empañado con gotas en su superficie externa y vaso sin empañar).	La respuesta involucra ideas expresadas en el cotexto ("*moléculas en el agua*", "*a temperatura ambiente*", "*mayor energía cinética*", "*agua sacada de la heladera*", "*mayor temperatura*").
3	La respuesta está redactada en términos de la actividad que se observa en la imagen (interacción entre las partículas	La respuesta involucra ideas expresadas en las anotaciones ("*mayor temperatura, mayor agitación*", "*menor*

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

	de cada cuerpo), y expresada a través de elementos indexicales (como las flechas utilizadas para representar la velocidad) y/o simbólicos (como los círculos que representan las partículas, los rectángulos de colores que simbolizan cada cuerpo, la flecha que indica la dirección de la transferencia de energía).	*temperatura, menor agitación*", "*se transfiere energía por calor*") y/o en el cotexto ("*la energía se transfiere por calor desde el cuerpo más caliente al más frío*").

Tabla 3. Aspectos visuales y/o verbales de cada imagen.

En relación con la dimensión (b) referida a los niveles de representación, para analizar las respuestas de las y los estudiantes se elaboraron las categorías que se exponen en la Tabla 4, considerando que pueden presentarse respuestas que se restrinjan a un solo nivel, que conjuguen elementos de varios o que no puedan asignarse a alguno de los niveles.

Imagen	**Nivel macroscópico**	**Nivel submicroscópico**	**Nivel simbólico**
1	La respuesta hace referencia a elementos observados a simple vista en las fotografías (pan, horno, mano, guante, frasco, freezer).	—	—
2	La respuesta se asocia a lo que se observa en las fotografías (vasos, agua).	La respuesta explica el fenómeno a nivel molecular.	—
3	La respuesta explica lo observado en el dibujo en términos del contacto entre cuerpos a diferentes temperaturas (representados como bloque rojo y bloque azul).	La respuesta explica el fenómeno en términos del comportamiento de las partículas, átomos o moléculas de cada componente del sistema o de su energía cinética.	La respuesta hace alusión a la representación vectorial de la velocidad de las partículas o a la transferencia de energía representada.

Tabla 4. Niveles de representación asociados a las imágenes.

En lo que se vincula con la dimensión (c), para analizar la comparación entre los componentes de cada imagen, se relevó el uso de marcas lingüísticas de comparación y la detección de los aspectos comparables en cada caso. Por ejemplo, para la Imagen 1 los elementos que admiten comparación son los electrodomésticos representados, la sensación térmica, la consecuencia del contacto térmico, entre otros. En la Imagen 2 se pueden comparar el aspecto exterior y la temperatura de los vasos. En lo que respecta a la Imagen 3, los aspectos factibles de comparación son los colores utilizados, el tamaño de las flechas, la velocidad o agitación de las partículas, la temperatura, entre otros.

Posteriormente, en referencia a la dimensión (d) que evalúa la relación con los fenómenos físicos representados, se analizó si las respuestas vinculan o no las imágenes con los fenómenos térmicos involucrados en las mismas, en base a los saberes previos de las y los estudiantes, ya sean cotidianos o aprendidos anteriormente en el contexto escolar. Para la Imagen 1, se examinó que las respuestas aludan a saberes previos como la relación que existe entre la transferencia de calor con objetos a distintas temperaturas, el contacto térmico, la transferencia de energía, la función de los electrodomésticos, entre otros. En cuanto a la Imagen 2, se analizó si las respuestas mencionan relaciones entre objetos a diferentes temperaturas, la interacción del objeto con el entorno, la energía cinética de las moléculas según la temperatura y la transparencia del vidrio. Para la Imagen 3, se examinó si las respuestas contemplan las relaciones de la velocidad y agitación de las partículas con la temperatura de los cuerpos, y el sentido de transferencia de energía según la temperatura de cada cuerpo cuando están en contacto térmico. Dado que la interpretación de las imágenes es idiosincrásica, es esperable que surjan ideas con diferentes niveles de adecuación, abstracción y complejidad.

Resultados

a. Aspectos visuales y/o verbales

En la Figura 2, presentamos los resultados del análisis de las respuestas teniendo en cuenta la dimensión referida a los aspectos verbales y visuales para cada una de las imágenes.

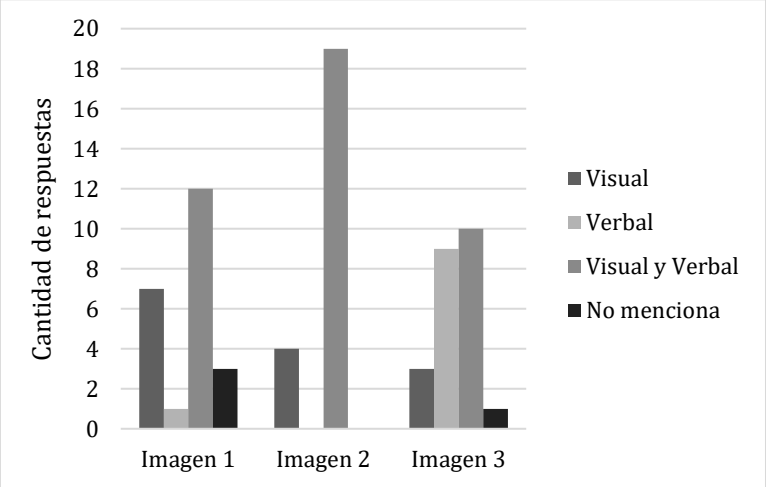


Figura 2. Cantidad de respuestas relacionadas con la dimensión (a) para cada una de las imágenes.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Tal como se aprecia en la Figura 2, la mayor parte de las respuestas para las tres imágenes se centran en aspectos visuales y verbales. Para las Imágenes 1 y 2 siguen en frecuencia las respuestas que focalizan en aspectos visuales únicamente, mientras que para la Imagen 3 se destacan las que refieren a aspectos verbales.

Para la Imagen 1 aproximadamente la mitad de las y los participantes logró integrar aspectos visuales y verbales extraídos del cotexto, por ejemplo, "Observo una persona cocinando pan en un horno. Coloca leche en el freezer. Tiene que ver con la temperatura y el calor porque el horno está caliente y el freezer está frío" (E7). Asimismo, aproximadamente un tercio de las y los estudiantes se limitaron a considerar solamente los aspectos visuales, por ejemplo, "Observo unas manos y un horno y un freezer" (E3).

Para la Imagen 2, la mayoría pudo complementar la información dada en lenguajes visual y verbal en respuestas, por ejemplo "En la imagen puedo ver un vaso con agua fría y un vaso con agua a temperatura ambiente. Creo que podría hablar sobre lo que hace el agua al estar dentro de la heladera. Podría ser la diferencia entre una y otra debido a las distintas temperaturas" (E17). También se registran respuestas que aluden solamente a aspectos visuales, por ejemplo, "Observo dos vasos con líquidos diferentes…" (E14).

Como ya se mencionó, para la Imagen 3 predominan las respuestas que conjugan aspectos visuales y verbales, por ejemplo, "Veo moléculas en más y menos movimiento. Cuando hay más temperatura hay más agitación y si hay menos temperatura hay menos movimiento" (E9). Le siguen en frecuencia aquellas respuestas que solo rescatan aspectos verbales, por ejemplo, "Veo una imagen que mientras más alta sea la temperatura más grande va a ser la agitación y mientras menos la temperatura menos agitación" (E5) que limita su respuesta a lo expresado en las anotaciones.

b. ***Niveles de representación***

En la Figura 3, se exponen los resultados del análisis de las producciones según las categorías de la dimensión (b) para cada una de las imágenes.

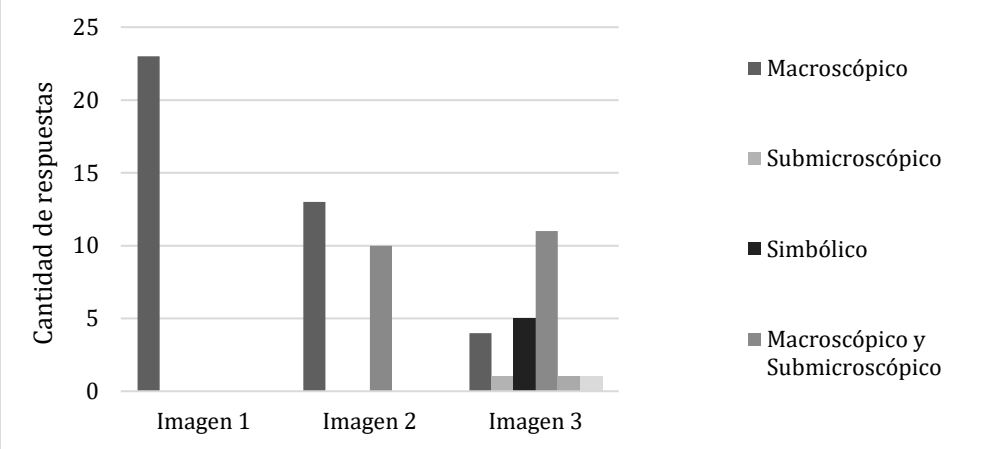


Figura 3. Cantidad de respuestas relacionadas con la dimensión (b) para cada una de las imágenes.

Para esta dimensión, en lo que respecta a la Imagen 1 todas las respuestas hacen alusión a un análisis de nivel macroscópico lo cual podría asociarse a que la misma es una imagen icónica, por ejemplo, “Yo puedo observar un horno prendido y un chico metiendo un pan para que se cocine” (E5).

Para la Imagen 2, más de la mitad de las respuestas de las y los estudiantes se limitan a analizarla en un nivel macroscópico, por ejemplo, “En esta imagen observo dos vasos con agua. El vaso a la derecha tiene agua fría y en el de la izquierda tiene agua a temperatura ambiente (...)” (E10). Sin embargo, casi la mitad añade a la interpretación macroscópica una mirada submicroscópica asociada al contenido del cotexto, por ejemplo, “Cómo cambian las energías de las moléculas según la temperatura del agua” (E15).

En relación con la Imagen 3, más de la mitad de las respuestas se centra en una interpretación macroscópica y submicroscópica, lo que se manifiesta en que la mayoría de estas producciones logra establecer una relación entre ambos niveles de representación, por ejemplo “(...) que un cuerpo más caliente siempre le transfiere energía al más frío” (E6). En menor cantidad se encuentran interpretaciones que aluden solo al nivel macroscópico o solo al nivel submicroscópico, por ejemplo, esta respuesta que se limita al nivel submicroscópico “Unas partículas más rápidas (calor) y unas más lentas (fría)” (E23). En algunos casos, las respuestas poseen una interpretación de nivel simbólico ya que se centran en elementos que simbolizan conceptos disciplinares, por ejemplo, “Considero que las flechas se van alargando dependiendo de la temperatura” (E7). Solo en un caso, se logra combinar un análisis en los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico, del siguiente modo “En esta imagen observo dos rectángulos de distintos colores que cada uno representa una temperatura y su agitación (…). Esta imagen explica la transferencia de energía según la temperatura” (E10). Finalmente, cabe destacar que un estudiante no asocia la imagen con los fenómenos y expresa “No entiendo la imagen” (E22).

c. Comparación entre los componentes de cada imagen

En la Figura 4, se muestran los resultados del análisis de las producciones referidos a la dimensión (c) para cada imagen.

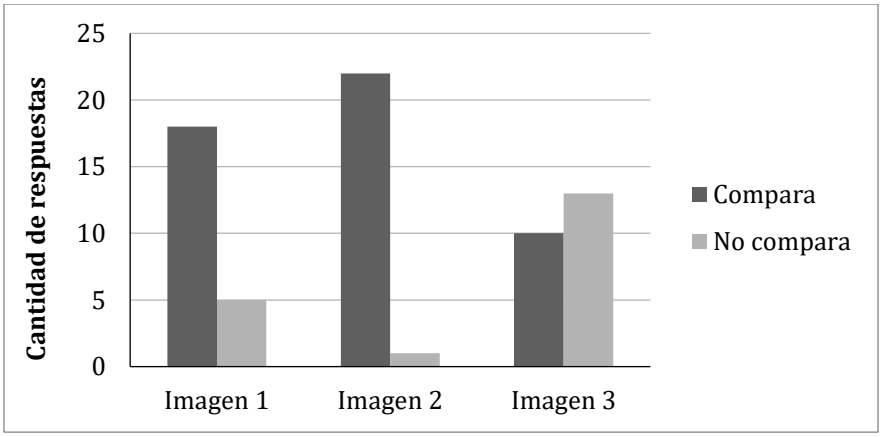


Figura 4. Cantidad de respuestas relacionadas con la dimensión (c) para cada una de las imágenes.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

En relación con la dimensión (c), se observa que para la Imagen 1 la mayoría de las y los estudiantes logra realizar comparaciones entre los distintos aspectos, por ejemplo, “Observo dos imágenes con objetos diferentes y diferentes tipos de reacciones que tienen en sus manos al estar en contacto con estos objetos (…) ya que si tocas el horno te vas a quemar porque es lógico y si tocas el freezer no te vas a congelar, solo te podés quemar ya que está frío” (E2). Por otro lado, algunos estudiantes no realizaron comparación alguna y se limitaron a describir lo que observaban, por ejemplo, “Observamos unas manos y horno y un freezer” (E3).

Para la Imagen 2, una gran cantidad de estudiantes registran comparaciones de distintos elementos de la misma, por ejemplo, “Un vaso con agua sacado de la heladera y otro vaso con agua a temperatura ambiente (…) cómo cambian las energías de las moléculas según la temperatura del agua” (E15). Solo en un caso, no se logra realizar comparaciones entre los elementos al expresar “Un vaso de agua y un vaso de agua sacada de la heladera” (E1).

Para la Imagen 3, existe una mayor cantidad de respuestas que no logra realizar comparaciones entre los elementos de la imagen, por ejemplo, “Muchas flechas (…) cómo se comporta la energía” (E18). En menor cantidad, existen respuestas de estudiantes que sí logran comparar, por ejemplo, “Unas partículas más rápidas (calor) y unas más lentas (fría)” (E23).

d. ***Relación con los fenómenos físicos representados***

En lo referido a la dimensión (d), en la Figura 5 se muestran los resultados del análisis de las producciones según los participantes relacionen o no las imágenes con los fenómenos físicos representados.

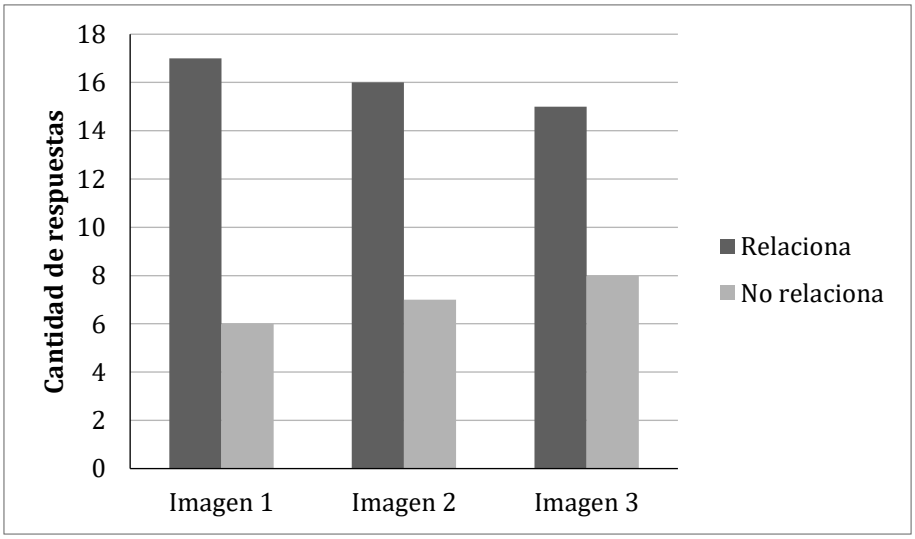


Figura 5. Cantidad de respuestas relacionadas con la dimensión (d) para cada una de las imágenes.

Si bien en todas las imágenes surgen respuestas que no se relacionan con la Física, se presentan acá ejemplos de aquellas que sí lo hacen para cada una de las imágenes.

Para la Imagen 1, la mayoría de las y los estudiantes relaciona con los fenómenos físicos involucrados. Predominan las vinculaciones de lo observado con el contacto térmico y con las diferentes temperaturas de los objetos de la imagen, por ejemplo, “Lo que observo es que hay ciertos escenarios donde hay diferentes temperaturas” (E1). También se detectan relaciones con la transferencia de energía que se produce en diferentes electrodomésticos como en el caso de “En esta imagen yo interpreto que cuando un cuerpo toca objetos con temperaturas altas o muy bajas se transfiere la energía. Observo una mano tocando un horno con un guante así no se quema y una mano tocando el freezer. Desde el punto de la Física yo creo que tiene que ver con la transferencia de energía calórica porque los elementos más calientes transfieren la energía” (E4). Se destaca en la respuesta anterior la explicitación de relaciones con los efectos biológicos del contacto térmico con objetos a temperaturas extremas. Asimismo, se registra relación con las reacciones químicas como se evidencia en “Observo (...) diferentes tipos de reacciones que tienen en sus manos al estar en contacto con estos objetos. No sé qué comunica con el punto de la Física pero para mí es que el ser humano está interactuando con distintos objetos y tienen diferentes reacciones químicas ya que si tocas el horno te vas a quemar porque es lógico y si tocas el freezer no te vas a congelar, solo te podés quemar ya que está frío” (E2).

Para la Imagen 2, las respuestas que relacionan lo observado con la Física hacen alusión principalmente a las diferentes temperaturas del agua en los vasos, por ejemplo, “En esta imagen observo dos vasos con agua. El vaso a la derecha tiene agua fría y en el de la izquierda tiene agua a temperatura ambiente. Esta imagen comunica la temperatura porque algunas cosas tienen mayor temperatura que otras” (E10). También encontramos respuestas que vinculan la Imagen 2 con la energía cinética de las partículas, por ejemplo, “Un vaso con agua sacado de la heladera y otro vaso con agua a temperatura ambiente (...) como cambian las energías de las moléculas según la temperatura del agua” (E15). En algunos casos se registra vinculación con un fenómeno físico diferente al que se pretende focalizar desde la enseñanza, como se manifiesta en “veo dos vasos de agua, y uno con una yema de huevo (creo), habla del principio de Arquímedes” (E11).

En cuanto a la Imagen 3, las vinculaciones con los fenómenos físicos que predominan se refieren a la velocidad de las partículas en relación con la temperatura, por ejemplo, en “(…) que cuando hay más temperatura hay más agitación y si hay menos temperatura hay menos movimiento” (E9). También encontramos algunas alusiones a la transferencia de energía en forma de calor, por ejemplo, en “Observo cómo la temperatura alta tiene más agitación por eso se transfiere a las temperaturas más frías. Creo que comunica cómo se va transfiriendo y por qué sucede que las temperaturas altas se transfieren a un cuerpo más frío” (E4). Este análisis permite detectar algunas ideas intuitivas como en la última respuesta donde se manifiesta que se transfiere la temperatura de un cuerpo a otro.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Conclusiones y perspectivas

Los resultados que se han expuesto permiten caracterizar la comprensión lograda por las y los estudiantes del ciclo básico de la educación secundaria a partir de imágenes que representan contenidos especialmente abstractos relacionados con fenómenos térmicos. Se ha podido comprobar que su interpretación es desafiante como se menciona en las investigaciones de Martin y Unsworth (2024).

En este estudio se ha logrado caracterizar el desarrollo de la competencia representacional de un grupo de estudiantes de nivel secundario en lo que se refiere al uso del lenguaje verbal para identificar y analizar características de diferentes representaciones visuales. Se ha trabajado con imágenes de diferente foco, tipo y nivel de representación que incluyen información en lenguaje verbal y se han logrado resultados que dependerían de estas variables.

Para la dimensión (a) referida a los aspectos visuales y verbales, los resultados ponen en evidencia que para las tres imágenes hay mayor cantidad de respuestas que conjugan los aspectos visuales y verbales, lo cual contribuiría potencialmente en la comprensión de los fenómenos involucrados. Sin embargo, algunos estudiantes no lograron trascender lo visual en las Imágenes 1 y 2 que son más realistas, mientras que para la Imagen 3, que es más simbólica, recurrieron a las anotaciones y al cotexto para poder explicar lo observado en desmedro del análisis de lo visual.

Para la dimensión (b) referida a los niveles de representación de las imágenes, se encontró que el nivel de representación de las respuestas se asocia al tipo de representación. Así, las imágenes de tipo icónico se asocian a producciones más ligadas a los aspectos macroscópicos que la imagen en la que predominan elementos indexicales y simbólicos.

Para la dimensión (c) referida a la comparación entre los componentes de cada imagen, surge en las respuestas un contraste importante para las tres imágenes. Este contraste se manifiesta en que un elevado número de estudiantes realiza comparaciones entre los distintos elementos en la Imagen 2 pero no así en las Imágenes 1 y 3 en las que no se representa el mismo objeto para los componentes. Si se asocia este resultado con el tipo de imagen, podría suponerse que las comparaciones entre elementos se realizaron especialmente para las imágenes más icónicas y de nivel macroscópico.

Para la dimensión (d) referida a la relación con los fenómenos físicos, la mayoría de las respuestas relaciona lo observado con el fenómeno físico involucrado en las tres imágenes, incluyendo en ocasiones ideas intuitivas en sus producciones lo que permitiría trabajarlas posteriormente en la clase para acercar a las y los estudiantes a las ideas científicas.

En conclusión, es posible afirmar que el desarrollo de la competencia representacional exige un abordaje específico en el aula de ciencias. Esto implica que el docente guíe la deconstrucción de las imágenes mediante actividades que favorezcan su interpretación para aprender los contenidos disciplinares que comunican. Los lineamientos pedagógicos para llevar a cabo ese proceso de deconstrucción implican, en primer lugar, identificar junto con las y los estudiantes qué fenómeno se representa en la imagen (foco), y analizar si se ilustra macroscópicamente tal como lo captaría el

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

sentido de la vista o si involucra modelos y convenciones propias de los niveles submicroscópico y simbólico (nivel). Otro aspecto a considerar en este proceso se relaciona con examinar si los elementos presentes en la imagen son icónicos, indexicales o simbólicos (tipo), y asociarlos con su significado físico. Al mismo tiempo, el abordaje debe propiciar que las y los estudiantes relacionen la información visual y verbal acompañándolos en el análisis de las anotaciones y el cotexto de la imagen. La multimodalidad del lenguaje disciplinar exige propuestas didácticas que integren todos los aspectos mencionados para promover el aprendizaje.

Referencias bibliográficas

Alberico, P., Gleiser, M., Arin, A., Franco, R., Martínez, S. y Miller, I. (2022). *Ciencias Naturales 1. Fundamentales*. Estrada.

Doran, Y. J. (2021). Multimodal knowledge: Using language, mathematics and images in physics. En K. Maton y Y. J. Doran (Eds.) *Teaching Science. Knowledge, Language, Pedagogy* (pp. 162-184). Routledge.

Frid, D., Valles A., Godoy A., Taddei F. y Berler (2017). *Ciencias Naturales 1. Activados*. Puerto de Palos.

Gilbert, J. K. y Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship between them: Key Models in Chemical Education. En J. K. Gilbert y D. F. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Chemical Education* (pp. 1-10). Springer.

Kozma, R., y Russell, J. (2005). Students becoming chemists: Developing representational competence. En J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education* (pp. 121–145). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2_8

Martin, J. R. y Rose, D. (2008). *Genre relations. Mapping culture*. Equinox.

Martin, J. R. y Unsworth, L. (2024). *Reading Images for Knowledge Building. Analyzing Infographics in School Science*. Routledge.

Ministerio de Educación (2011). *Núcleos de aprendizaje Prioritarios. Ciencias Naturales*. Presidencia de la Nación, Argentina. https://www.educ.ar/recursos/110571/nap-secundaria-ciencias-naturales

Opfermann, M., Schmeck, A. y Fischer, H. (2017). Multiple Representations in Physics and Science Education. Why should we use them? En D. F. Treagust, R. Duit y H. E. Fischer (Eds.), *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 1-22). Springer.

Schiavi, G. (2017). *Ciencias Naturales. Serie Savia*. SM.

Unsworth, L., Tytler, R., Fenwick, L., Humphrey, S., Chandler, P., Herrington, M., y Pham, L. (2022). *Multimodal literacy in school science: Transdisciplinary perspectives on theory, research and pedagogy*. Taylor & Francis.

Yeo, J., Lim, E., Tan, K. y Ong, Y. (2021). The efficacy of an image-to-writing approach to learning abstract scientific concepts: Temperature and heat. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *19*, 21-44.