



# La creatividad en la educación científica: una experiencia de aula en torno al concepto de ondas sonoras

- Creativity in Science Education: A Classroom Experience on the Concept of Sound Waves
- Criatividade na educação científica: experiência de sala de aula sobre o conceito de ondas sonoras

## Forma de citar este artículo:



Pabón-Rúa, J. D. y López-Ríos, S. Y. (2025). Creatividad en la educación científica: experiencia de aula sobre el concepto de ondas sonoras, *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 292 - 310. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-20708>

## Resumen

La creatividad se constituye en una de las denominadas habilidades del siglo XXI y adquiere especial relevancia como mecanismo de adaptación al contexto actual; la educación como medio de inculturación de los sujetos desempeña en este sentido un papel fundamental para su promoción y desarrollo. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar, desde una perspectiva sociocultural, los actos creativos de un grupo de estudiantes de undécimo grado en el marco de una experiencia de aula en la que se abordó el concepto de ondas sonoras. Para ello se realizó un estudio de caso colectivo en el que participaron cinco casos. Se encontró que, a través de la experiencia, los participantes lograron asignar nuevos sentidos a los significados de la ciencia y establecieron relaciones novedosas entre el significado y el sentido social del fenómeno de ondas sonoras; tanto desde las narrativas que construyeron, como de las representaciones que hicieron de las mismas a través de diferentes herramientas tecnológicas. Las relaciones entre creatividad y aprendizaje son profundas y necesarias en la medida que los actos creativos dan cuenta de cómo los sujetos no solo se apropian, sino que también transforman los significados de la ciencia, para este caso específico, de la física.

## Palabras clave

creatividad; educación científica; innovación educativa; escuela

Jhon Daniel Pabón-Rúa\*   
Sonia Yaneth López-Ríos\*\* 

\* Doctor en Educación, profesor catedrático, Universidad de Antioquia, Antioquia, Medellín, Colombia, [jhon.pabon@udea.edu.co](mailto:jhon.pabon@udea.edu.co)

\*\* Doctora en Enseñanza de las Ciencias, profesora titular, Universidad de Antioquia, Antioquia, Medellín, Colombia, [sonia.lopez@udea.edu.co](mailto:sonia.lopez@udea.edu.co)

Reporte de Caso Educativo

Fecha de recepción: 27/01/2024  
Fecha de aprobación: 10/06/2025  
Fecha de publicación: 01/07/2025



## Abstract

Creativity is recognised as one of the key 21st-century skills and holds particular importance as a mechanism for adapting to contemporary contexts. Education, as a means of cultural transmission, plays a fundamental role in fostering and developing this ability. This study aimed to analyse, from a sociocultural perspective, the creative acts of a group of Year 11 students during a classroom experience focused on the concept of sound waves. A collective case study was conducted involving five individual cases. The findings revealed that, through the experience, participants were able to assign new meanings to scientific knowledge and establish novel connections between the meaning and the social relevance of the sound wave phenomenon—both through the narratives they constructed and the representations they created using various technological tools. The relationship between creativity and learning is profound and necessary, as creative acts not only reflect how individuals appropriate scientific concepts but also how they transform them—in this case, within the field of physics.

## Keywords

[creativity](#); [science education](#); [educational innovation](#); [schooling](#)

## Resumo

A criatividade é considerada uma das habilidades fundamentais do século XXI e adquire relevância especial como mecanismo de adaptação ao contexto contemporâneo. A educação, enquanto meio de inculturação dos sujeitos, desempenha papel essencial na sua promoção e desenvolvimento. Este trabalho teve como objetivo analisar, sob uma perspectiva sociocultural, os atos criativos de um grupo de estudantes do 3º ano do ensino médio durante uma experiência de sala de aula voltada ao conceito de ondas sonoras. Foi realizado um estudo de caso coletivo com a participação de cinco casos. Constatou-se que, por meio da experiência, os participantes conseguiram atribuir novos sentidos aos significados da ciência e estabelecer relações inovadoras entre o significado e o sentido social do fenômeno das ondas sonoras—tanto a partir das narrativas que construíram quanto das representações que elaboraram utilizando diferentes ferramentas tecnológicas. A relação entre criatividade e aprendizagem é profunda e necessária, na medida em que os atos criativos revelam como os sujeitos não apenas se apropriam, mas também transformam os significados da ciência—neste caso específico, da física.

## Palavras-chave

[criatividade](#); [educação científica](#); [inovação educacional](#); [escola](#)

## Introducción

Las capacidades de imaginar y crear son características propias de la especie humana, las cuales han posibilitado el avance de las civilizaciones a lo largo de la historia, además de constituirse en mecanismos evolutivos que han permitido al *homo sapiens* resolver problemas, experimentando soluciones en medio de un balance entre la atención y el riesgo (Conradty y Bogner, 2020). La creatividad hace parte de nuestro legado biológico y cultural y su complejidad hace que múltiples factores intervengan en su desarrollo, pues tanto la personalidad del sujeto como el ambiente presentan una importante influencia sobre ella, esto ha hecho que se constituya en objeto de múltiples discusiones y que sea abordada desde diferentes perspectivas disciplinares.

En el contexto actual, la creatividad se destaca como una habilidad crucial para afrontar los rápidos cambios y la incertidumbre en la sociedad, especialmente en el ámbito educativo científico. Diversos autores (Hadzigeorgiou, 2012; Barbosa y Baptista, 2018) subrayan su importancia, argumentando que la actividad científica implica una constante producción creativa en la construcción del conocimiento. A pesar de este reconocimiento, los estudiantes aún tienden a limitarse a la reproducción literal de datos científicos, lo que sugiere la necesidad de fomentar la creatividad científica, relacionada precisamente con la reinterpretación de los significados de la ciencia desde sus universos lingüísticos.

Específicamente, en la enseñanza de la física, luego de analizar la creatividad científica desde una propuesta relacionada con las Leyes de Newton, Barbosa y Baptista (2018) manifiestan que la gran mayoría de los estudiantes no hicieron una reinención de los significados y, por tanto, permanecieron en un nivel de reproducción del contenido en lugar

de crearlo y recrearlo, posiblemente debido a la falta de momentos y espacios en los que estos pueden plantear soluciones alternativas frente a los problemas que presenta el profesor (Nurulsari y Suyatna, 2017).

Las consideraciones anteriores ponen de manifiesto la necesidad de identificar herramientas y estrategias pedagógicas que favorezcan la creatividad de los estudiantes en el marco de la educación científica. Pulgar y Spina (2019) plantean en este sentido que, en el siglo XXI, en la enseñanza de la física se debe trascender la idea de aprendizaje como el dominio de un concepto y pasar a la posibilidad de que los estudiantes puedan pensar de manera creativa con este.

## Fundamentación de la experiencia

Uno de los pioneros del estudio de la creatividad es Lev Vygotsky, el cual desarrolló la teoría sociocultural. Esta hace énfasis en la importancia de los entornos social y cultural en la formación de la mente y el desarrollo cognitivo; su trabajo tuvo implicaciones significativas para el estudio de la creatividad.

Desde la perspectiva Vygotskiana, cualquier actividad de orden antrópico que genere algo nuevo puede considerarse un acto creativo, considerando que lo creado puede tener una naturaleza física, mental o emocional; habita en el sujeto que lo crea y es reconocido por este (Vygotsky, 1987). Desde la Teoría Sociocultural de Vygotsky se abordan las relaciones entre la imaginación y la apropiación de conceptos, especialmente en la adolescencia y en la edad adulta, dado que en estas etapas se elaboran abstracciones del mundo y se interactúa con ellas. Un proceso diferente ocurre en las primeras edades, puesto que el proceso mental priorizado es la fantasía y en consecuencia la relación con los conceptos es difusa o simplemente no existe.

La creatividad, desde una perspectiva sociocultural, es análoga a la internalización, considerada como “un proceso que contempla al menos dos operaciones semióticas, la interiorización de códigos culturales y la resignificación de lo ya culturalmente significado” (Barbosa y Baptista, 2018, p. 62). El concepto de internalización no se limita a la adquisición de un conocimiento que transita de lo externo a lo interno del sujeto, sino a la resignificación que hace el sujeto de dicho conocimiento alterando los sentidos de este a través del lenguaje, lo cual le permite alcanzar niveles cada vez más elevados de consciencia. Steiner y Morán (2003) precisan que las personas creativas pueden ampliar los sentidos de una palabra o símbolo, aportar un nuevo sentido al significado social del fenómeno o incluso crear nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno. Esta asignación de nuevos sentidos a los significados de la ciencia requiere de importantes niveles de apropiación conceptual; la creatividad en ciencias es un acto consciente de aprendizaje que trasciende con creces el hecho de memorizar datos y replicar contenido. En relación con lo anterior, algunos trabajos (Amin *et al.*, 2021; Boyle, 2021; Rahmawati *et al.*, 2021) coinciden en que los procesos de aprendizaje en física se ven favorecidos desde el enfoque *Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics (STEAM)* por implicar a los estudiantes en actividades mediante las cuales deben aplicar los conceptos de la ciencia a contextos reales usando su creatividad.

La perspectiva sociocultural, al considerar el entorno social y la forma en la que los individuos transforman significados, ofrece oportunidades valiosas para estudiar la creatividad en el ámbito escolar, específicamente en la educación científica. En la presente investigación se utilizaron la escritura científica creativa y la representación de fenómenos por medio de tecnologías como estrategias que favorecen el desarrollo de la creatividad (Hadzigeorgiou *et al.*, 2012). Al respecto, Leroy y Romero (2021) ponen de manifiesto la necesidad de “establecer estrategias para crear soluciones utilizando materiales tecnológicos, y desarrollar el pensamiento crítico de los alumnos para ayudarles a entender cómo no sólo utilizar una determinada tecnología, sino también crear algo nuevo con ella” (p. 2).

A continuación, se realiza una contextualización y descripción de la experiencia en la cual se abordó el fenómeno físico de las ondas sonoras.

## Descripción de la experiencia

La experiencia en cuestión se llevó a cabo en el marco de una investigación doctoral que tiene como objetivo analizar el desarrollo de la creatividad científica en el aprendizaje de las ondas sonoras desde una perspectiva sociocultural, enmarcada en la educación STEAM.

La actividad se realizó durante el segundo semestre del año 2023 en el Colegio Gimnasio Cantabria ubicado en el municipio de la Estrella, Antioquia, Colombia; teniendo como participantes un grupo de estudiantes de undécimo grado. El grupo estuvo constituido por 15

estudiantes con edades que oscilaban entre los 13 y 15 años, con los cuales se organizaron cinco subgrupos (G1, G2, G3, G4 y G5) para la realización de la actividad.

En la Tabla 1 se presenta la secuencia de actividades de la experiencia.

**Tabla 1.** Actividades de la experiencia con sus respectivos objetivos

Actividades	Objetivo
¿Qué es el sonido?	Consultar información relacionada con las características del sonido y su comportamiento bajo diferentes condiciones.
Interactuando con una simulación sobre las características del sonido.	Caracterizar el sonido desde el punto de vista físico, a partir de la interacción con una simulación de ondas sonoras. Link: <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_es.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_es.html</a> .
Mapa mental o conceptual.	Construir un mapa mental o conceptual sobre ondas sonoras teniendo en cuenta conceptos asociados a estas.
Historia de una partícula.	Construir y representar mediante un instrumento tecnológico la historia de una partícula de aire antes, durante y después de un concierto, describiendo lo que experimenta en términos físicos.

**Fuente:** elaboración propia.

Este artículo describe el análisis de la última actividad, que difiere de las tres anteriores centradas en fortalecer la apropiación conceptual. En la cuarta actividad, se explora la posibilidad de transformar significados relacionados con las ondas sonoras, al pedir a los estudiantes que utilicen una herramienta tecnológica para representar una historia sobre la experiencia de una partícula de aire antes, durante y después de un concierto, incorporando conceptos asociados a las ondas sonoras.

## Sistematización y análisis de la experiencia

El estudio se llevó a cabo bajo un enfoque constructivista enmarcado en el paradigma

cualitativo (Guba y Lincoln, 2002). Además, se selecciona el estudio de casos colectivo como método; que, de acuerdo con Stake (2010), se realiza para proporcionar una comprensión general del fenómeno utilizando una serie de estudios de caso instrumentales. Para la recolección de la información se aplicaron diferentes técnicas como el taller y la observación participante. Para analizar la información se realizó análisis documental, a través del cual se revisaron los productos elaborados por los estudiantes. Las categorías y códigos que se definieron para el análisis de la información recolectada se encuentran representadas en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Proceso de categorización y codificación

Categorías	Código	Descripción
Nuevos sentidos al significado social del fenómeno.	NSSS	Los participantes generan nuevas formas para interpretar y relacionarse con el significado social del fenómeno, aportando nuevas perspectivas a los conceptos científicos establecidos a partir de recursos como metáforas y/o personificaciones.
Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno.	NRSS	Los participantes aportan nuevas formas de entender y percibir un fenómeno científico al establecer conexiones innovadoras y significativas entre conceptos y contextos aparentemente dispares o lejanos.

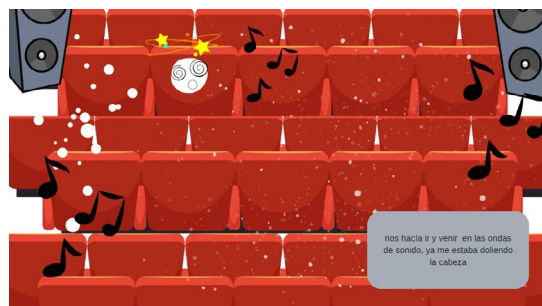
**Fuente:** elaboración propia.

A continuación, se presentan las historias construidas por los estudiantes, la descripción de los nuevos sentidos al significado social del fenómeno y las nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno. Posteriormente, se realiza un análisis general de la información obtenida.

**Tabla 3.** Análisis de la historia construida por G1

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
Fui a un concierto en el que escucharía diferentes géneros de música. Primero, se presentó una banda de <i>heavy metal</i> , vi mi amiga partícula de aire y fui hasta donde ella. Por tanto sonido que había, oscilábamos con bastante intensidad, estábamos cerca de los bafles y la vibración que se sentía era demasiado fuerte y nos hacía ir y venir en las ondas de sonido, ya me estaba doliendo la cabeza cuando de repente salió Eminem y empezó a cantar sus canciones, tenían un ritmo muy diferente, no me movía tanto en las ondas. Este género de música me gustó más que el anterior, su longitud de onda hacía que su frecuencia y, al mismo tiempo, su tono, fueran totalmente diferentes. Después llegó una cantante que jamás había escuchado antes pero su timbre de voz era muy peculiar y me gustó mucho, era suavcita así que tuvieron que aumentar la amplitud para que todos pudieran escucharlo mejor. Gracias a este concierto conocí sonidos fantásticos y mis oídos lograron deleitarse.	Se plantea la historia como si fuese la partícula quien la narrara. La partícula se pone en un contexto en el que experimenta diferentes emociones y sensaciones.	Se asocia la cantidad de ondas sonoras en el ambiente con un mayor número de oscilaciones, al igual que con la energía de estas. Se establece una relación entre la cercanía a la fuente, la intensidad del sonido y las características de las oscilaciones. Se identifican las propiedades que hacen que las características del sonido cambien. Se identifica la manera en que se relaciona el volumen con la amplitud de la onda.

**Representación:**



Enlace: <https://www.Canva.com/design/DAFq9JsYg1E/PdfzbMhjuZmNymZ-BUVO5g/view>

**Fuente:** elaboración propia.

Como medio para representar la historia, G1 utilizó *Canva*, una herramienta de diseño gráfico en línea que les permitía crear una amplia gama de diseños a partir de plantillas predefinidas, elementos gráficos, fuentes y herramientas de edición. Los participantes representan los estados emocionales y sensaciones de la partícula haciendo uso de emoticones y

acondicionan el escenario con elementos que van a provocar las oscilaciones en las partículas del aire. Además, presentan los diferentes cantantes que van a participar del concierto. En la Figura 1 se puede evidenciar la representación de la reacción de la partícula frente a las vibraciones generadas por el género musical que estaba escuchando.

**Tabla 4.** Análisis de la historia construida por G2

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
<p>Hoy presentaremos el comportamiento de una partícula de aire en distintas frecuencias, intensidades y sonidos. Aquí tenemos a nuestra partícula, la cual va a entrar a un concierto de <i>Rock and Roll</i>. Podemos ver cómo la partícula vibra intensamente gracias a que la longitud de onda es muy corta y su amplitud muy alta. Ahora nuestra partícula va a entrar en un teatro en el que se va a escuchar música clásica, podemos ver cómo la partícula disfruta del ritmo y vibra menos haciendo menos oscilaciones ya que la intensidad de la música es baja.</p>	<p>El participante da cuenta de la personificación de la partícula de aire cuando en la historia la sitúa en diferentes escenarios. Se le atribuyen emociones a la partícula.</p>	<p>P2 establece una relación de proporcionalidad entre la longitud de la onda, la amplitud y la intensidad de la vibración de la partícula.</p>

**Representación:**



Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=gN1AMPyELyC>

**Fuente:** elaboración propia.

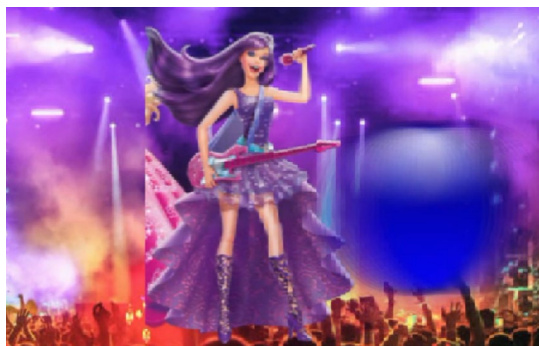
G2 optó por el videojuego *Fortnite* para representar la historia, aprovechando su “modo creativo”, que ofrece herramientas de construcción y elementos prefabricados. Utilizaron el juego para crear dos escenarios donde las partículas protagonistas representan

las vibraciones del aire. El primer escenario recrea un concierto de rock, mostrando las oscilaciones intensas de la partícula, mientras que el segundo presenta un teatro con música clásica, donde las vibraciones adquieren menor intensidad.

**Tabla 5. Análisis de la historia construida por G3**

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
<p>Estaba yo preparándome para entrar al concierto de Feid, estaba haciendo la fila y me demoré como 2 horas para entrar, pues la gente me empujaba mucho y había mucha presión entre unos y otros, pero al fin pude entrar. Estaba ubicado en el palco, justo al frente del parlante principal, y comenzaron las pruebas de sonido. Primero salió un DJ llamado DJ orejas y empezó a poner guaracha con un tono muy agudo, lo que me puso alegre y me puso a moverme muy rápido, además que tenía una frecuencia muy alta lo cual producía muchas vibraciones muy intensas y rápidas y todo el escenario estaba retumbando a pesar de que el periodo de las vibraciones había disminuido porque le tomaba menos tiempo realizar una oscilación. Por fin había terminado el DJ de tocar y salió el siguiente telonero, era una estrella de rock poco conocida, y empezó a cantar con un timbre super grave en su voz, las ondas que producía el baffle a pesar de su gran volumen, no me hacían mover tanto como las de la guaracha, el rock no era mi género favorito. Después de una larga espera, por fin salió Feid, su canción alcanzó una inmensa longitud de onda abarcando todo el lugar y todos estábamos muy emocionados! (P3).</p>	<p>La participante hace una personificación de la partícula ubicándola en diferentes escenarios y dando cuenta de lo que allí experimenta. P3 además le asigna determinadas emociones e incluso gustos musicales.</p>	<p>La participante da cuenta de su comprensión de lo que es una onda sonora al considerarla el producto de cambios de presión en el aire y lleva dicha comprensión a otros contextos. Hace explícita la articulación que establece en la narrativa entre la relación proporcional del tono y la frecuencia entendida como el número de oscilaciones por unidad de tiempo. Reconoce una relación inversa entre las variables de frecuencia y periodo. Se puede identificar una asociación entre el timbre y el tono. Manifiesta una comprensión espacial de las longitudes de ondas en tanto oscilaciones en el aire.</p>

**Representación:**



Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=gN1AMPyElyc>

**Fuente:** elaboración propia.

G3 empleó un editor de video y tecnología de inteligencia artificial para representar la historia. El editor de video les permitió manipular secuencias de audio y video, eliminando segmentos no deseados y aplicando modificaciones. Utilizaron la inteligencia artificial para generar una voz narrativa específica, la cual incorporaron al video. Mostraron cómo la partícula oscila de manera diferente ante distintos tipos de música, representando las variaciones en los cambios de presión del aire.

Tabla 6. Análisis de la historia construida por G4

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
<p>Apenas estábamos entrando y ya sentía una leve presión al estar todos juntos, cuando empezó a sonar la música, iniciaron con una pieza de música clásica la cual era muy variada pero siempre con un muy buen timbre, había momentos en que apenas sentíamos el movimiento, mientras nos deslizábamos suavemente a cada lado con el ritmo. Después, aumentaba el volumen, la amplitud y la frecuencia con la que sonaba cada nota y sentía cómo nos agrupábamos en grandes tumultos solo para alejarme breve e inmediatamente volver a otro.</p> <p>Posteriormente, decidieron continuar con algo de jazz, era un toque más suave y relajante. Las otras partículas y yo oscilábamos lentamente con el grave tono por la mayor longitud de onda de la onda. Y, para terminar, tocaron <i>heavy metal</i>. Esos sonidos casi violentos me hacían vibrar para un lado y para otro hasta que ya no reconocía el ritmo. Solo pensaba en lo juntos que estábamos todos a pesar de haber tantos espacios vacíos.</p> <p>Al fin se detuvo la música, ya estaba muy agitado de tanta intensidad, pero todo se calmó y pudimos esparcirnos a una distancia decente unos de otros.</p>	<p>Pó le atribuye a la partícula un estado de incomodidad. De igual manera es clara la personificación cuando habla de la agrupación de partículas.</p>	<p>A través de diferentes expresiones Pó da cuenta de que entiende las ondas sonoras como cambios de presión en el aire.</p> <p>Es notable la comprensión que presenta frente al hecho de que las ondas son oscilaciones en las partículas del aire.</p> <p>Establece una relación entre el tono y las características de la oscilación.</p> <p>Da cuenta de la distribución de las partículas en el aire en la propagación de onda, fenómeno en el cual hay zonas de mayor y menor densidad.</p> <p>Explica el comportamiento de las partículas cuando no hay una determinada perturbación en el medio.</p>

**Representación:**



Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=MriLNMudBtw>

Fuente: elaboración propia.

G4 utilizó la aplicación *TweenCraft* para representar la historia, permitiéndoles elegir escenarios y personajes con voces y movimientos atribuibles. Diseñaron un escenario donde la partícula bailaba de manera única

según el tipo de música. Al llegar a casa, la partícula permanece quieta al no haber sonidos que perturben el medio, representando la ausencia de vibraciones en el aire.

**Tabla 7. Análisis de la historia construida por G5**

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
<p>Para estos 15 (cumpleaños), varias partículas de diversos compuestos fueron invitados, incluyendo las de aire y agua, que se disponían a conquistar a la quinceañera en la fiesta con sus voces y movimientos. El día de la fiesta, las dos partículas asistieron. La quinceañera bajó las escaleras y comenzó a sonar el vals. Bailó con todas las partículas, quienes seguían muy bien la música, yendo al ritmo del compás, exceptuando por la de agua, pues bailaba con una velocidad mayor a la de la música. Después de comer, por fin comenzó la fiesta. Todas las partículas bailaban con mucha energía, tanto así que, al moverse, las partículas invitadas se propagaban mediante oscilaciones y cambiaban la presión del salón. Para animar un poco la fiesta, el DJ propuso hacer una batalla de rap donde el que ganara, podría salir con la quinceañera. Agua y Aire se postularon de primeros y empezó la batalla. Aire cantaba en un tono muy agudo, tanto que su frecuencia lograba aturdir a los demás invitados, pero agua no se dejó intimidar y cantó con su grave voz. Aunque ambas se escuchaban diferente, sus voces lograban hacer ondas de la misma longitud, pues una era más aguda, pero iba más lento, mientras que con la otra pasaba el caso contrario. En medio de la fiesta, dos partículas extrañas se infiltraron y todas las partículas empezaron a correr, pero fueron alcanzadas.</p>	<p>Inicialmente, los participantes ponen las partículas en el contexto de un cumpleaños estableciendo algunas diferencias entre la naturaleza y proveniencia de estas. También le asignan a una de las partículas el papel de la joven que está cumpliendo años. Les atribuyen actividades como alimentarse. Les otorgan características diferentes a las partículas de agua y aire y hacen que interactúen.</p>	<p>Las participantes explicitan la diferencia en las velocidades de propagación del sonido en el aire y el agua. De igual manera, dan cuenta de su comprensión sobre el mecanismo de propagación de las ondas por medio de la transferencia de energía de una partícula a otra y asocian ello al hecho de que en el medio se produzcan cambios de presión debidos a las oscilaciones de dichas partículas. Establecen una relación de proporcionalidad directa entre la frecuencia y el tono atribuyéndole también propiedades de intensidad. Establecen una interesante comprensión de la manera en que la oscilación de una partícula se ve afectada por el medio en el que se propaga.</p>

**Representación:**



Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=E9xavbXIO6M>

**Fuente:** elaboración propia.

Las participantes de este grupo enfrentaron un desafío creativo al utilizar *Among Us*, que presentaba más elementos predeterminados en comparación con otras tecnologías. A pesar de esto, lograron adaptar con éxito la historia a las posibilidades de la herramienta, demostrando su imaginación al hacer que

la partícula de agua se moviera más rápido que la de aire, reflejando la velocidad del sonido en ambos medios. También ajustaron los movimientos para representar la diferencia en la amplitud de la onda en diferentes medios frente a un mismo sonido.

## Análisis general de los actos creativos de los diferentes grupos

A continuación, se presenta un análisis de los elementos en común que se encontraron en los diferentes equipos, tanto desde los sentidos que les asignaban a los fenómenos como de las nuevas relaciones que establecían entre el significado y el sentido del fenómeno de las ondas sonoras.

## Nuevos sentidos al significado social del fenómeno

Puede identificarse que los grupos, para hablar del comportamiento de las partículas, las ubican en diferentes contextos:

Fui a un concierto en el que escucharía diferentes géneros de música (G1), ahora nuestra partícula va a entrar en un teatro. (G2)

Para estos 15 (cumpleaños), varias partículas de diversos elementos y compuestos fueron invitados [...] el DJ propuso hacer una batalla de rap donde el que ganara. (G5)

Estaba yo preparándome para entrar al concierto. (G4)

También, los diferentes grupos les atribuyeron emociones: “su timbre de voz era muy peculiar y me gustó mucho” (G1), “lo que me puso alegre” (G3), “y todos estábamos muy emocionados” (G3); sensaciones: “pues la gente me empujaba mucho” (G3), “Apenas estábamos entrando y ya sentía una leve presión al estar todos juntos” (G4), “ya me estaba doliendo” (G1); y gustos: “su timbre de voz era

muy peculiar y me gustó mucho” (G1), “el rock no era mi género favorito” (G3).

## Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno

Las nuevas relaciones establecidas por los estudiantes entre el significado y el sentido del fenómeno dan cuenta de su proceso de aprendizaje del concepto ondas sonoras al aludir creativamente importantes características de estas, por ejemplo, referente al movimiento oscilatorio:

Por tanto sonido que había, oscilábamos con bastante intensidad. [...] la vibración que se sentía era demasiado fuerte y nos hacía ir y venir en las ondas de sonido. (G1)

[...] había momentos en que apenas sentíamos el movimiento, mientras nos deslizábamos suavemente a cada lado con el ritmo. [...] Al fin se detuvo la música, ya estaba muy agitado de tanta intensidad, pero todo se calmó y pudimos esparcirnos a una distancia decente unos de otros. (G5)

[...] vibra menos haciendo menos oscilaciones. (G2)

[...] le tomaba menos tiempo realizar una oscilación. (G3)

Pudo observarse que, al hacer referencia a las ondas sonoras como movimientos oscilatorios o vibratorios de las partículas de aire, los estudiantes muestran un indicio importante de aprendizaje que se acerca a la definición de onda sonora como el resultado de la oscilación de las partículas de un medio que transportan energía creando un patrón de compresiones y rarefacciones. Además, si bien no se hace mención explícita al concepto de amplitud, los estudiantes identifican que en algunas oscilaciones las partículas

abarcan más espacio que en otras, acercándose de cierta manera a este concepto referente a la magnitud máxima del desplazamiento de las partículas desde su posición de equilibrio.

También dieron cuenta de las ondas como cambios de presión en el aire: “me empujaba mucho y había mucha presión entre unos y otros” (G3), “las partículas invitadas se propagaban mediante oscilaciones y cambiaban la presión del salón” (G5). Particularmente, G4 puso de manifiesto su comprensión sobre este aspecto de las ondas sonoras “Apenas estábamos entrando y ya sentía una leve presión al estar todos juntos”, “sentía cómo nos agrupábamos en grandes tumultos”, “solo pensaba en lo juntos que estábamos todos a pesar de haber tantos espacios vacíos”. Las expresiones de los estudiantes se aproximan a la idea científica de que las ondas sonoras son variaciones de presión que viajan a través de un medio y de que la forma en la que las ondas sonoras interactúan con el medio y nuestras percepciones de ellas están influenciadas por cómo cambian y se distribuyen dichas presiones en el medio.

De igual manera el proceso de aprendizaje del concepto de ondas sonoras pudo identificarse en las relaciones entre las variables asociadas a dicho concepto, tales como frecuencia y tono: [...] empezó a poner guaracha con un tono muy agudo lo que me puso alegre y me puso a moverme muy rápido además que tenía una frecuencia muy alta. (G3)

Aire cantaba en un tono muy agudo, tanto que su frecuencia lograba aturdir a los demás invitados. (G5)

[...] su longitud de onda hacía que su frecuencia y al mismo tiempo su tono fuera totalmente diferentes. (G1)

Lo anterior da cuenta en cierta medida de la relación que construyeron los estudiantes entre variables que definen las propiedades del sonido, teniendo en cuenta que la frecuencia de una onda sonora determina su tono, y está inversamente relacionada con la longitud de onda.

La mayoría de los grupos hizo explícita la relación entre ondas sonoras y vibración de las partículas:

[...] el periodo de las vibraciones había disminuido porque le tomaba menos tiempo realizar una oscilación. (G3)

[...] estábamos cerca de los baffles y la vibración que se sentía era demasiado fuerte. (G1)

[...] podemos ver cómo la partícula disfruta del ritmo y vibra menos haciendo menos oscilaciones ya que la intensidad de la música es baja. (G2)

[...] lo cual producía muchas vibraciones muy intensas y rápidas y todo el escenario estaba retumbando. (G3)

Esos sonidos casi violentos me hacían vibrar para un lado y para otro. (G4)

Una vez más, los estudiantes dan cuenta de la manera en que construyen el significado de onda sonora, esta vez acercándose al concepto de intensidad como la cantidad de energía que la onda sonora transporta por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación por unidad de tiempo. Por ejemplo, G3 menciona que, al estar cerca de los bafles, la vibración era demasiado fuerte, lo cual podría explicarse, por ejemplo, por la relación entre la amplitud (volumen) y la intensidad, en la que la intensidad del sonido es proporcional al cuadrado de la amplitud de la onda sonora.

Dos de los cinco equipos pusieron de manifiesto la percepción espacial de una oscilación representada en una onda:

Después de una larga espera por fin salió Feid, su canción alcanzó una inmensa longitud de onda abarcando todo el lugar. (G3)

Aire cantaba en un tono muy agudo, tanto que su frecuencia lograba aturdir a los demás invitados, pero agua no se dejó intimidar y cantó con su grave voz. Aunque ambas se escuchaban diferente, sus voces lograban hacer ondas de la misma longitud, pues una era más aguda, pero iba más lento, mientras que con la otra pasaba el caso contrario. (G5)

El nivel de apropiación conceptual que demuestra G5 es tal que vale la pena realizar un análisis detallado de los elementos que debieron tener en cuenta para relacionar creativamente la velocidad del sonido en diferentes medios con la distribución espacial de la onda. En el aire, el sonido tiene una velocidad de aproximadamente 343 m/s. Si "Aire" está generando un tono muy agudo, el sonido viaja rápidamente y, debido a su alta frecuencia, su longitud de onda es corta. El sonido viaja más rápido en el agua, alrededor de 1,484 m/s; debido a la mayor densidad y elasticidad del

agua. Ahora bien, aunque "Agua" tiene un tono grave, la mayor velocidad de propagación en el agua puede compensar su baja frecuencia, permitiendo que las longitudes de onda sean equivalentes a las del aire.

La narración refleja la relación que construyeron los estudiantes entre frecuencia, longitud de onda, y velocidad del sonido en diferentes medios. Aunque "Aire" y "Agua" producen sonidos de diferentes frecuencias, sus ondas pueden tener la misma longitud si la velocidad del sonido varía entre sus respectivos medios. Esta interacción subraya cómo las propiedades físicas de los medios afectan la propagación del sonido, permitiendo que se perciban tonalidades distintas con características de onda similares. El hecho de que pocos equipos hayan realizado este tipo de interpretaciones puede deberse al nivel de abstracción que implica representar mentalmente una oscilación en el espacio, considerando la densidad del medio.

En general, los diferentes grupos lograron dar cuenta de su apropiación conceptual a partir de las nuevas relaciones que elaboraron entre el significado del fenómeno y el sentido de este. Al respecto, Baptista y Barbosa (2018) señalan que este tipo de expresiones que dan cuenta de los conceptos de la física y a la vez crean nuevas formas a través del lenguaje, son el resultado de un aprendizaje significativo de los conceptos e ideas de la física. Afirman que en este contexto el estudiante "es capaz de aplicar dicho conocimiento a otros contextos o situaciones y/o al usar su propio lenguaje para explicar un aspecto físico presente en un determinado objeto de estudio" (p. 56).

Los diferentes integrantes de los grupos utilizaron su imaginación para personificar las partículas de aire y para dar cuenta del concepto de ondas sonoras en diferentes escenarios. Según Barbosa y Baptista (2018), estos vínculos entre la imaginación y los

conceptos de la ciencia enriquecen el pensamiento creativo de los seres humanos. La relevancia de la imaginación en la creatividad científica reside en su capacidad para generar representaciones en diversos sistemas simbólicos, los cuales funcionan como intermediarios entre los fenómenos de la realidad física y los conceptos científicos. Asimismo, la imaginación amplía la experiencia del individuo, la cual, a pesar de ser subjetiva, mantiene una conexión con el carácter objetivo inherente a la ciencia (Gurgel y Pietrocola, 2011a). Lo anterior da cuenta de la concepción de escuela que presentan Steiner y Moran (2003), quienes la conciben como un lugar que brinda la oportunidad de aprender a utilizar la imaginación, controlarla y apropiarse de contenidos científicos e información culturalmente organizada. Se considera que el carácter abierto y poco pautado de las actividades permitió que los estudiantes se apropiaran y construyeran un mundo lingüístico que les permitía transformar los significados de la ciencia (Kao *et al.*, 2017).

Por otra parte, las tecnologías utilizadas sirvieron como medio para aportar nuevas perspectivas a los conceptos científicos, principalmente mediante la personificación que hicieron de la partícula de aire y además les permitió llevar el fenómeno a contextos aparentemente dispares o lejanos mediante escenarios que creaban a partir de las posibilidades que les ofrecía la herramienta. Algunas características que vale la pena resaltar de dichas tecnologías son la facilidad en el acceso y el espectro de posibilidades que ofrecían para realizar diferentes tipos de representaciones, fomentando la expresión, el diseño y la narrativa.

## Consideraciones finales

Los diferentes grupos pudieron asignar nuevos sentidos al significado social del concepto de ondas sonoras, principalmente ubicando las partículas en contextos estratégicos que les permitiera dar cuenta de cómo la partícula experimenta los cambios de presión. También atribuyeron emociones, sensaciones y gustos, lo cual da cuenta de una clara personificación de las partículas que permite una comprensión del fenómeno físico desde comportamientos humanos. Respecto a las nuevas relaciones que los participantes establecen entre el significado y el sentido social del fenómeno, mediante la narrativa construida y en la representación digital de la misma, los participantes llevaron a contextos diversos y dispares las propiedades y relaciones entre las variables que dan cuenta del fenómeno de ondas sonoras. Esto es parcialmente consistente con lo encontrado por Barbosa y Baptista (2018); pues, en la investigación que realizaron algunos estudiantes lograron trascender la imitación de la información al crear situaciones específicas y originales teniendo como base los conceptos de la física.

Los nuevos sentidos al significado social del fenómeno y las nuevas relaciones que los participantes establecieron entre el significado y el sentido de dicho fenómeno dan cuenta de un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes. De esto puede derivarse una conclusión importante: la creatividad en la educación

en ciencias adquiere especial relevancia en tanto da cuenta de un proceso de apropiación y transformación de significados pertenecientes a un determinado campo conceptual. Así, se pudieron identificar indicios de apropiación conceptual cuando los estudiantes, mediante sus narrativas, pusieron de manifiesto que entendían las ondas sonoras como movimientos oscilatorios de las partículas de aire, reconocían las relaciones que en términos científicos se establecen entre frecuencia, tono y longitud de onda, hicieron alusión indirectamente a la relación entre la amplitud e intensidad y, además, algunos de los grupos dieron cuenta de una noción espacial de la onda en función de su longitud de onda, relacionada a su vez con los cambios de presión en el aire.

Tanto las estrategias como las herramientas proporcionadas por el profesor favorecieron la creatividad de los estudiantes. Estas actuaron como andamios mediante los cuales es posible desarrollar el potencial creativo de manera gradual (Kao *et al.*, 2017). Lo anterior indica que la creatividad es desarrollable y no es cualidad únicamente de mentes brillantes (Rufaida y Nurfadilah, 2021); una importante implicación para la educación en ciencias donde el conocimiento y su evolución parecieran pertenecer a un grupo selecto.

Como estrategias se utilizaron la escritura científica creativa y la representación de fenómenos a través de tecnologías. Se considera que el carácter abierto y poco pautado de ambas hace que presenten un gran potencial para que los estudiantes se apropien y construyan un mundo lingüístico que les permita transformar los significados de la ciencia. Kao

*et al.* (2017) encontraron que las instrucciones demasiado rígidas suelen ir en detrimento del pensamiento creativo.

En cuanto a la representación de fenómenos a través de las tecnologías, puede señalarse que el nivel de flexibilidad para modificar el contenido y la cantidad y diversidad de elementos que ponían a disposición de los participantes permitió que los diferentes grupos representaran las historias que habían construido. Lo anterior da cuenta de cómo estas herramientas pueden favorecer procesos de modelación creativa en ciencias, a través de la cual los estudiantes tienen la posibilidad de resignificar los conceptos científicos. En relación con lo anterior, Davies y Gilbert (2003) mencionan que los procesos de modelación científica se posicionan como auténticos actos creativos que además permiten establecer relaciones entre la ciencia y la tecnología.

La interacción entre los estudiantes de los diferentes grupos y de estos con el profesor también desempeñó un papel fundamental en los actos creativos. Siew *et al.* (2015) y Sidek *et al.* (2020) explican que la interacción social permite la inspiración creativa, hacer conscientes las funciones mentales básicas, la generación de ideas novedosas y potenciar el desarrollo intelectual de los estudiantes.

Las consideraciones anteriores ponen de manifiesto la potencialidad de generar espacios de aprendizaje donde los estudiantes tengan la posibilidad de desarrollar su creatividad en la educación científica; de manera que puedan concebir la ciencia misma como un acto creativo en construcción en el cual pueden tener parte.

## Referencias

- Barbosa, R. y de Lourdes Batista, I. (2018). Vygotsky: um Referencial para Analisar a Aprendizagem e a Criatividade no Ensino da Física. *Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências*, 49-67. <https://doi.org/10.28976/1984-2686r-bpec201818149>
- Guba, E. y Lincoln, Y. S. (2005). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences. In N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (pp. 191-215). Sage.
- Gurgel, I. y Pietrocola, M. (2011a). O papel da imaginação no pensamento científico: análise da criação científica de estudantes em uma atividade didática sobre o espalha-mento de Rutherford. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 91-122. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p91>
- Davies, T. y Gilbert, J. (2003). Modelling: Promoting creativity while forging links between science education and design and technology education. *Canadian Journal of Math, Science y Technology Education*, 3(1), 67-82. <https://doi.org/10.1080/14926150309556552>
- Hadzigeorgiou, Y., Fokialis, P. y Kabouropoulou, M. (2012). Thinking about creativity in science education. *Creative Education*, 3(05), 603. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2012.35089>
- John-Steiner, V. y Moran, S. (2003). Creativity in the Making: Vygotsky's Contemporary Contribution to the Dialectic of Development and Creativity. En R. K. Sawyer (Ed.), *Creativity and development* (pp. 61-90). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195149005.003.0003>
- Kao, G. Y. M., Chiang, C. H. y Sun, C. T. (2017). Customizing scaffolds for game-based learning in physics: Impacts on knowledge acquisition and game design creativity. *Computers y Education*, 113, 294-312. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.022>
- Leroy, A. y Romero, M. (2021). Teachers' Creative Behaviors in STEAM Activities with Modular Robotics. *Frontiers in Education*, 6, 152. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.642147>
- Nurulsari, N. y Suyatna, A. (2017). Development of soft scaffolding strategy to improve student's creative thinking ability in physics. In *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1), 012053). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012053>
- Pulgar, J. y Spina, A. (2019). Problem Solving Processes and Group Effectiveness on a Creative Task: A case study in Physics Education. *EdArXiv Preprints*, 1-18.

- Rufaida, S. y Nurfadilah, N. (2021). The effectiveness of hypercontent module to improve creative thinking skills of prospective physics teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(2), 022022. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/2/022022>
- Sidek, R., Halim, L., Buang, N. A. y Arsad, N. M. (2020). Fostering scientific creativity in teaching and learning science in schools: A systematic review. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 13-35. <https://doi.org/10.30870/jppi.v6i1.7149>
- Siew, N., M., Chong, C. L. y Lee, B. N. (2015). Fostering fifth graders' scientific creativity through problem-based learning. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5), 655-669. <https://doi.org/10.33225/jbse/15.14.655>
- Steiner, V. y Moran, S. (2003). Creativity in the Making: Vygotsky's Contemporary Contribution to the Dialectic of Creativity y Development. En R. K. Sawyer (Ed.), *Creativity and development* (pp. 61-90). Oxford University Press. <https://lchc.ucsd.edu/mca/Paper/CreativityintheMaking.pdf>
- Stake, R. E. (2010). *Investigación con estudio de casos (5ª ed.)*. Ediciones Morata.
- Torrance, E. P. (1962). *Guiding Creative Talent*. Prentice Hall.
- Vygotsky, L. S. (1987). *The collected works of L.S. Vygotsky*. Plenum Press.



La creatividad en la educación científica: una experiencia de aula en torno al concepto de ondas sonoras  
Jhon Daniel Pabón-Rúa, Sonia Yaneth López-Ríos

