LAS REPRESENTACIONES DE ESTUDIANTES PREESCOLARES SOBRE EL SONIDO

ELENA CALDERÓN-CANALES
LETICIA GALLEGOS-CÁZARES
FERNANDO FLORES-CAMACHO
CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

TEMÁTICA GENERAL: EDUCACIÓN EN CAMPOS DISCIPLINARES

RESUMEN

Las representaciones que construyen los estudiantes han sido tema de investigación desde hace varias décadas. Diversos temas y poblaciones han sido analizadas, sin embargo, las investigaciones con estudiantes de educación preescolar han sido escasas, en particular cuando se busca analizar fenómenos complejos como el sonido. En esta investigación se presenta un análisis de las representaciones que construyen estudiantes de preescolar sobre la percepción, producción y propagación del sonido. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a 23 estudiantes de segundo y tercer año de preescolar, las entrevistas se llevaron a cabo por medio de la resolución de actividades experimentales y problemas. Los resultados muestran, principalmente, dos tipos de representaciones en los estudiantes. En la representación 1, el sonido se comporta como un objeto (concepción sustancialista) y es un elemento ajeno al propio cuerpo del sujeto, esta característica de sonido-objeto permite identificar al sonido como generado a partir de las acciones del sujeto, con la posibilidad de trasladarse de un lugar a otro y de no poder atravesar otros objetos. En la representación 2, el sonido es una característica del sujeto, el sonido solo puede provenir de la boca del sujeto que lo produce y no tiene la posibilidad de propagarse.

Palabras clave: **Educación preescolar, Representación mental, Educación científica, Desarrollo infantil**

INTRODUCCIÓN

Las representaciones que construyen las personas han sido tema de investigación durante varias décadas. Estas investigaciones han evidenciado que los estudiantes construyen representaciones de los dominios físico, biológico y psicológico que les permiten dar sentido al mundo, establecer regularidades, elaborar predicciones, interpretar nueva información y resolver problemas (Driver et al., 1985; Inagaki y Hatano, 1993; Pfundt y Duit, 1994; Gallegos, Flores y Calderón, 2008, 2009). Si bien, el estudio de las representaciones ha sido muy extenso, la vasta mayoría de las investigaciones se han concentrado en los estudiantes de primaria, secundaria y niveles superiores, dejando de lado a los estudiantes menores de 8 años (Hadzigeorgiou, 2015). Esas investigaciones también han abarcado gran diversidad de temas (e.g. el calor y la temperatura, los seres vivos, la luz, etc.). Sin embargo, las relacionadas con los fenómenos acústicos son escasas y aún en menor proporción, las realizadas con estudiantes menores de 6 años de edad, debido que es un tema complejo para abordar y porque, aunque los estudiantes de todas las edades, interactúan todo el tiempo con fenómenos acústicos, es un fenómeno complejo de representar.

El primer intento importante por conocer las representaciones de los niños sobre el sonido fue realizado por Piaget (1973), quien indagó de manera particular la idea de la transmisión del sonido, mostrando que la comprensión de los niños procede a través de una serie de estadios que coinciden con los descritos en su teoría. En el primero de estos estadios, los niños piensan que si golpeamos un objeto el sonido permanece en el objeto, aunque se mueve en su interior (estadio IA), después, en el estadio IB, al golpear el objeto el sonido va hacia el oído de la persona, pero regresa nuevamente al objeto. En el estadio II, el sonido es un estremecimiento que se dispersa hacia todos lados debido al aire y, finalmente en el estadio III, el objeto vibra cuando es golpeado y de esta forma es posible transmitir el sonido.

Otro estudio sobre la transmisión (Boyes y Stanisstreet, 1991), mostró que los estudiantes entre los 11 y los 16 años consideran que el sonido viaja de la fuente de origen hacia la persona que escucha, y que también lo hace en sentido contrario, es decir del que escucha hacia la fuente. Sobre la producción del sonido Asoko, Leach y Scott (como se citó en Driver, et al., 1994), indagaron las ideas de alumnos entre cuatro y 16 años, y encontraron que los niños más pequeños vinculan la producción de sonido con las acciones que ellos mismos hacen y consideran que el sonido forma parte del objeto del cual se originó. Con respecto a la transmisión Watt y Rusell (como se citó en Driver et al., 1994) identificaron que la idea de que el sonido viaja no es una idea frecuente entre los niños, y cuando lo mencionan lo consideran como un objeto invisible que requiere un espacio para moverse, la idea de que el sonido se desplaza por el aire sólo aparece hasta los 16 años de edad.

Mazens y Lautrey (2003) identificaron los modelos mentales utilizados por estudiantes entre los seis y los 10 años de edad para explicar el fenómeno del sonido. Mediante el uso de entrevistas semiestructuradas y resolución de actividades lograron identificar cinco modelos mentales. En el primer modelo el sonido no puede pasar a través de los sólidos; en el modelo 2, el sonido puede atravesar los materiales porque éstos poseen hoyos, el modelo 3 es semejante al anterior, pero en este caso el sonido puede atravesar los materiales, pero sólo cuando ese sonido es más fuerte o duro; en el modelo 4, el sonido es transparente, invisible y distinto a otros objetos. Se describe al sonido como aire o como un fantasma que puede atravesar las paredes. Finalmente, en el modelo 5, el sonido está vinculado con la idea de la vibración o resonancia.

Por último, Sözen y Bolat (2011), indagaron, mediante un cuestionario de opción múltiple y dibujos elaborados por los estudiantes, las ideas que tienen alumnos de 11 a 14 años de edad sobre la transmisión del sonido. Sus resultados muestran que los estudiantes tienen diversas ideas y que éstas se representan de manera semejante tanto en el cuestionario como en los dibujos. Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes piensa que el sonido produce que las partículas del aire se muevan mientras se transmite y que estas partículas se mueven en la misma dirección, alejándose de la fuente que produce el sonido. Los autores concluyen que la idea más importante es que los estudiantes consideran que la reflexión del sonido es necesaria para escucharlo y consideran que esta idea proviene de la forma en que los estudiantes explican el por qué vemos las cosas.

Planteamiento del problema

Si bien en la literatura se reportan estudios que han indagado el fenómeno del sonido en los niños, los reportados no dan cuenta de las representaciones de los estudiantes menores de 6 años y tampoco han abordado otros aspectos más allá de la transmisión. Esta situación, por tanto, ofrece una buena oportunidad para hacer un análisis que permita identificar las representaciones que los estudiantes de preescolar construyen sobre el sonido, en particular sobre los aspectos producción, percepción y propagación.

DESARROLLO

Para realizar el estudio se conformó una muestra intencional no probabilística que incluyó un total de 23 estudiantes de preescolar, 10 de segundo y 13 de tercer año (14 niñas y 9 niños) con una media de edad 4.6 años. Los estudiantes pertenecen a tres escuelas preescolares, dos de un contexto rural y una del urbano (sin fines de comparación).

Para obtener datos, se utilizó una entrevista semiestructurada de 15 preguntas que abordaron tres aspectos del sonido: percepción, producción y propagación. Se optó por utilizar una entrevista clínica que fue complementada con la utilización de materiales y actividades de modo que se pudiera obtener más información sobre el pensamiento de los niños y porque a diferencia de otras metodologías (e.g. cuestionarios, encuestas) son apropiadas para ser utilizadas con niños menores de 8 años. Los materiales y tareas empleadas son elementos especialmente importantes en las entrevistas con niños preescolares, ya que ayudan al investigador a elicitar las representaciones de los niños que, mediante solo preguntas, podrían no emerger (Tytler y Peterson, 2003). Algunos de los materiales empleados fueron: tarjetas con imágenes de objetos y artefactos (por ejemplo, una mesa, globos), animales (mariposa, perro), personas (un bebé, una niña) y situaciones (una persona con una caja en la cabeza). También se emplearon objetos (un triángulo de metal, teléfono de manguera). Algunos ejemplos de las preguntas planteadas son: A) Observa esta imagen (tarjeta con árbol), ¿qué es lo que ves en la tarjeta? ¿puede producir sonido? ¿Por qué? ¿Cómo lo hace? B) Observa este triángulo, hazlo sonar, ¿qué pasa cuando lo golpeamos?, ¿por qué se deja de escuchar?, ¿qué crees que pasa con el sonido?

Los estudiantes fueron entrevistados de forma individual durante aproximadamente 30 minutos y fueron seleccionados por los profesores usando como criterio de inclusión pertenecer al grado escolar (segundo o tercero) y asistir regularmente a la escuela. Todos los estudiantes brindaron su consentimiento informado para la realización de la entrevista y contaron con la autorización previa de la docente a cargo y de los padres de familia.

RESULTADOS

El análisis de cada una de las entrevistas permitió identificar categorías (Delval, 2001) para cada uno de los aspectos: percepción, producción y propagación del sonido. A partir de estas categorías se analizaron cada una de las entrevistas para clasificar las respuestas de los estudiantes. La categorización fue realizada por dos investigadores. En la siguiente sección se presentan cada uno de los aspectos analizados con las categorías identificadas y el porcentaje de respuestas para cada una y para cada grado escolar.

Para el tema de la producción se identificaron seis categorías. En la Tabla 1 se presentan los seis tipos de respuesta y su porcentaje por grado escolar. Las preguntas que abordaron este tema durante la entrevista, buscaron que los estudiantes identificaran objetos que pueden generar sonido, que identificaran acciones específicas para producirlo e indicar si determinados objetos, animales o personas pueden producir sonido por sí mismos. Los porcentajes de respuesta muestran que hay diferencias en el tipo de respuestas entre ambos grados. Para los estudiantes de segundo año, el porcentaje mayor se ubica en la categoría 4, es decir, consideran que el sonido se produce por las

acciones que ellos ejercen sobre los objetos, estas pueden ser tocar o golpear los objetos. En las respuestas se puede observar que estos estudiantes son capaces de identificar acciones específicas para objetos específicos, por ejemplo, *"para que suenen los globos hay que tronarlos"*[1] *o "para que suene el violín hay que tocarlo con el palo"*. A diferencia de los de segundo año, la mayoría de los estudiantes de tercer año, se ubican en la categoría 1. Los estudiantes de este grupo consideran que algunas cosas no producen sonido. Una mesa, un silbato, o la lluvia, no pueden producir sonido. En este caso los niños identifican que para producir sonido se deben usar determinados objetos *"necesitas una trompeta", "tienes que poner un disco", "diciendo las letras".*

Tabla 1

Categorías de respuestas y porcentaje por grado escolar para el aspecto producción del sonido

Categoría Producción	2º	3º
0. No sé	1.11%	7.69%
1. Algunas cosas no pueden producir sonido	13.33%	**25.21%**
2. Hay objetos específicos que producen sonido	6.11%	8.97%
3. El sonido viene de la boca	19.44%	18.80%
4. El sonido se produce mediante acciones del sujeto sobre los objetos	**32.22%**	15.81%
5. Hay acciones específicas sobre los objetos que producen el sonido	20%	14.95%
6. El sonido se produce cuando interactúan dos o más objetos	7.77%	8.54%

Para el aspecto de la percepción, se plantearon preguntas donde los estudiantes debían identificar quién o qué (animales, artefactos, personas) es capaz de escuchar y, si en determinadas situaciones, por ejemplo, al tener cubierta la cabeza con una caja, alguien es capaz de escuchar sonido. El análisis de las entrevistas arrojó cuatro categorías. Los porcentajes que se presentan en la tabla 2, muestran que ambos grupos se ubican en la categoría 1, de esta forma se considera que la percepción del sonido depende de las características del sujeto, principalmente, que posea orejas para escuchar.

Tabla 2

Categorías de respuestas y porcentaje por grado escolar para el aspecto percepción del sonido

Categoría Percepción	% 2º	% 3º

0. No sé	13.33%	21.36%
1. La percepción del sonido depende de las características del sujeto-objeto: tener orejas, tener hoyos	**40.55%**	**36.32%**
2. El sujeto-objeto no tiene las características necesarias para percibir el sonido: no tiene orejas, no tiene hoyos	39.44%	34.61%
3. La percepción del sonido depende de las características o propiedades del sonido: volumen, puede viajar, traspasa materiales	6.11%	6.83%
4. No es posible percibir el sonido porque éste no posee ciertas características o propiedades: volumen, viajar, traspasar	0.55%	0.85%

Para los estudiantes, los elementos que sí tienen la capacidad de escuchar son: el perro, la ballena, el bebé, el niño, la niña, la gallina, el pájaro y la rana. Los que no son capaces de escuchar son: el árbol, la piedra, la mariposa, el pez, la araña y la lombriz. Como se ha mencionado, la explicación más frecuente es que quienes escuchan lo hacen porque tienen orejas y viceversa la explicación de por qué no escuchan algunos animales o artefactos es porque no tienen orejas. Es de destacar que durante la entrevista los niños observaban las imágenes buscando siempre la ubicación de las orejas en los animales. Hay otras explicaciones que también son relevantes para los niños y muestran su conocimiento del mundo. Algunos argumentan que saben que escuchan porque responden cuando se les llama, por ejemplo: *"el perro escucha porque hace guau, guau", "Sí escucha porque, cuando otro perro está ladrando, el perro se va corriendo también a ladrar".* Con bajo porcentaje están los estudiantes que comienzan a pensar en que las características del sonido tienen un papel importante en la percepción, estos alumnos indican que los animales o personas pueden o no escuchar dependiendo de las características del sonido *"si hablas fuerte sí te escucha"*, *"lo escuchas porque tiene hoyos* [refiriéndose a una hoja de papel] *y el sonido es como un fantasma que atraviesa algo".*

Finalmente, para el aspecto propagación se plantearon tareas que involucraron razonar sobre la distancia, el tipo de materiales o los obstáculos. Mediante el análisis de las entrevistas se identificaron 4 categorías (tabla 3), nuevamente, el porcentaje mayor de ambos grupos se ubica en una misma categoría. En este caso en la categoría 2, donde los estudiantes de segundo y tercero consideran que el sonido se propaga y tiene características de sustancia. Esto es, los niños usan el conocimiento que tiene sobre los objetos materiales (Spelke, 1991) por ejemplo, que tienen peso, volumen, etc., para explicar otros conceptos en este caso, el sonido.

Tabla 3

Categorías de respuestas y porcentaje por grado escolar para el aspecto propagación del sonido

Categoría Propagación	% 2º	% 3º
0. No sé	10%	11.53%
1. El sonido no se propaga	18.33%	20.51%
2. El sonido se propaga y tiene calidad de sustancia	**45%**	**39.74%**
3. El sonido se propaga cuando es más intenso, cuando el material es delgado, cuando el material es transparente o por la distancia	16.66%	21.79%
4. El sonido se propaga en el aire	10%	6.41%

Resulta relevante que hay niños – aunque en porcentajes bajos – que a esta edad pueden reconocer que el sonido se propaga por el aire (categoría 4). Algunas de las respuestas que daban los estudiantes y que corresponden esta categoría fueron: En la tarea de la distancia se le preguntó al estudiante qué pasaría si le llamaba a tu amigo que estaba en el patio de la escuela, *¿te va a escuchar?* Si es afirmativo, ¿por qué te va a escuchar si está tan lejos? Si es negativo, ¿dónde tendría que estar para escucharte?, ¿Y si le gritas muy fuerte te podría escuchar? *"El sonido va a rebotar y a venir para acá de nuevo si la puerta está cerrada. Sí abrimos si escucha"*. Otro ejemplo ocurre en el caso del teléfono de manguera, donde los estudiantes responden que es posible escuchar la voz de alguien porque *"la voz viaja por la manguera"* y cuando se dobla la manguera y se vuelve a plantear la pregunta responden *"no escucha porque la voz se regresa".* En la última pregunta de la entrevista se presentó a los estudiantes un bote resonador, sobre la superficie del bote se colocaba bolitas de plástico y arriba del bote una tecla de metal que era golpeada para producir el sonido y así hacer vibrar las bolitas de plástico. La mayoría de los estudiantes, al observar el movimiento de las bolitas sin que existiera contacto entre la barra de metal y el bote, explicaban que éstas se movían porque *"la barra tiene aire que sale y empuja a las bolitas"*. Sin embargo, esta pregunta también evidenció que algunos estudiantes, específicamente los que se ubican en la categoría 4 comienzan a pensar en el aire como un elemento importante *"las bolitas se mueven porque el sonido es como viento", "hay aire entre las bolitas y la barra y las mueve".*

A partir de las categorías identificadas para los tres aspectos analizados, se realizó un análisis por conglomerados. Este análisis permitió identificar dos grupos que mantienen dos tipos de representaciones distintas sobre el sonido. El Grupo 1 (N=12) está integrado por 4 estudiantes de tercer año y 7 de segundo año y el Grupo 2 (N=11), integrado por 9 estudiantes de tercer año y 2 de segundo. Los participantes que componen la representación 1 explican la producción del sonido principalmente por las acciones que el sujeto ejerce sobre los objetos, mientras que en la representación 2 la producción se explica a partir de los sonidos que produce la boca. En el caso de la percepción del sonido, los dos grupos explican la percepción a partir de las características que el propio sujeto tiene para escucharlo, siendo las orejas la característica más relevante en la explicación. Por último, en el caso de la propagación se observan diferencias entre ambos grupos, mientras en el grupo 1 la representación de la propagación es sustancialista en la representación 2, el sonido es un elemento estático que no se puede propagar.

CONCLUSIONES

De los resultados podemos concluir que el conocimiento que tienen los niños sobre los tres aspectos analizados da cuenta de que tienen representaciones sobre el mundo físico y que, aunque el sonido es un fenómeno complejo e invisible ante sus ojos, tienen la posibilidad de construir, a partir de ellas, explicaciones sobre el mismo. En particular, cuando hablamos de la producción del sonido, es evidente que los niños tienen mucha experiencia y conocimiento sobre los objetos. La idea de que su acción sobre los objetos es la responsable de la producción del sonido es compartida por la mayoría de los estudiantes y también es semejante a la reportada en otros estudios (Asoko, Leach y Scott como se citó en Driver, et al., 1994) y, aunque no hay diferencias importantes entre ambos grados escolares, es evidente que este conocimiento especializado sobre los objetos se utiliza sobre todo con las imágenes de objetos que para los estudiantes determinan las formas específicas de producir sonido (guitarra, silla, violín). Con respecto a la percepción del sonido es evidente que tienen un conocimiento intuitivo que les permite considerar que todos los seres vivos tienen la capacidad de escuchar, el requisito para lograrlo es poseer orejas. En el mismo sentido, la ausencia de ellas son lo que les imposibilita escuchar. Finalmente, en el caso de la propagación, se puede identificar que la mayoría de los estudiantes comparte una concepción sustancialista del sonido. Es decir, el sonido es concebido, como algo que está en los objetos aun cuando no lo escuchen todo el tiempo, el sonido es una propiedad del objeto y sale del mismo cuando se le golpea (por ejemplo, en el caso del bote y la tecla) y se puede trasladar de un lugar a otro siempre que no exista un obstáculo que impida su paso, como en el caso del teléfono de manguera. La integración de los tres aspectos (percepción, producción y propagación) muestran dos tipos de representación fundamentales sobre el sonido. La primera comprende una representación sustancialista del sonido, el sonido se comporta como un objeto y es un elemento ajeno al propio cuerpo del sujeto, esta característica le permite trasladarse de un lugar a

otro o no poder atravesar los objetos. En la representación 2, el sonido es inherente al sujeto, lo que impide que se pueda propagar o trasladar de un lugar a otro.

Por último, es importante destacar que el análisis descrito brinda información sobre el proceso de construcción del conocimiento físico en los estudiantes, evidenciando que la comprensión de un fenómeno complejo como el sonido, no depende necesariamente de la edad, el nivel o estadio en el que se encuentren los estudiantes, sino de las posibilidades que tienen los niños de representarse ciertos fenómenos y de las estrategias que utilizan para resolver determinados problemas. Tomando esta perspectiva surge la posibilidad de generar propuestas educativas que ayuden a los estudiantes a ampliar su repertorio de representaciones sobre los fenómenos físicos, promover el desarrollo del pensamiento científico y por tanto a mejorar su comprensión e interés en los temas científicos desde temprana edad, posibilitando de esta forma una mejor comprensión en niveles superiores de educación.

NOTAS

[1]Las frases en cursivas son ejemplos de las respuestas de los estudiantes durante la entrevista.

Este trabajo se desarrolló como parte del proyecto “Diseño e implementación de actividades de ciencias para el desarrollo del pensamiento científico en la educación preescolar”. Proyecto SEB-CONACYT No. 240419

REFERENCIAS

Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1991). Development of pupils' ideas about seeing and hearing. The path of light and sound. *Research in Science and Technology Education*, *9*, 223–251.

Delval, J. (2001). *Descubrir el pensamiento de los niños. Introducción a la práctica del método clínico*. Madrid: Paidós.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Eds). (1985). *Children's ideas in science*. London: Open University Press.

Driver, R., Squires, A., Ruschworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Aprendizaje Visor.

Gallegos, C. L., Flores, C. F., & Calderón, C. E. (2009). Preschool science learning: The construction of representations and explanations about color, shadows, light and images. *Review of Science, Mathematics and ICT Education, 3*(1), 49-73.

Gallegos, C. L., Flores, C. F., & Calderón, C. E. (2008). Aprendizaje de las ciencias en preescolar: la construcción de representaciones y explicaciones sobre la luz y las sombras. *Revista Iberoamericana de Educación*, *47*, 97-122.

Inagaki, K., & Hatano, G. (1993). Young children's understanding of the mind-body distinction. *Child Development, 58*, 1013-1020.

Lautrey, J., & Mazens, K. (2004). Is children's naïve knowledge consistent? A comparison of the concepts of sound and heat. *Learning and Instruction*, *14*, 399-423.

Mazens, K. & Lautrey, J. (2003). Conceptual change in physics: children's naïve representations of sound. *Cognitive Development*, *18*, 159-176.

Piaget, J. (1973). *Las explicaciones causales*. Barcelona: Barral.

Sözen, M., & Bolat, M. (2011). Determining the misconceptions of primary school students related to sound transmission through drawing. *Procedia Social and Behavioral Science*, *15*, 1060-1066.

Spelke, E. (1991). Physical knowledge in infancy: reflections on Piaget's theory. En S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesist of mind: Essays on biology and cognition* (pp. 133-169). Hillsdale/Lawrence Erlbaum Associates: Psychology Press.

Tytler, R., & Peterson, S. (2003). Tracing young children's scientific reasoning. *Research in Science Education, 33*, 431-465.