

# ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS CON ESTUDIANTES SORDOS: ¿QUÉ MODELOS UTILIZAN PARA EXPLICAR LOS CAMBIOS DE ESTADO?

Susana Vázquez

*Colegio Santa María del Mar*

Isabel García-Rodeja, Vanessa Sesto

*Universidad de Santiago de Compostela*

**RESUMEN:** En este trabajo se analizan los modelos utilizados por estudiantes Sordos de Educación Primaria a la hora de explicar los cambios de estado. Los resultados muestran que los modelos que utilizan los estudiantes Sordos para explicar los cambios de estado del agua son similares a los de los estudiantes oyentes pero en menor grado de sofisticación. Se señala la necesidad de que la inclusión escolar de estudiantes Sordos tenga en cuenta el agrupamiento escolar, y la necesidad de constituir grupos de trabajo multidisciplinares que colaboren en la normalización de neologismos científicos y en el diseño de materiales adaptados a las características del colectivo de estudiantes Sordos.

**PALABRAS CLAVE:** Estudiantes Sordos, modelos, transformación de la materia.

**OBJETIVOS:** Se examina la construcción de conocimiento a través del análisis de los modelos que utiliza el alumnado Sordo para explicar la transformación de la materia, concretamente los cambios de estado del agua, y su similitud con los que utilizan el alumnado oyente. Este objetivo se articuló a través de dos preguntas de investigación: P1 ¿Qué modelos utilizan los estudiantes Sordos para explicar los cambios de estado del agua? y P2 ¿Los modelos utilizados por el alumnado Sordo para explicar los cambios de estado del agua, son similares a los utilizados por los alumnos oyentes?

## MARCO TEÓRICO

Las tres ideas que fundamentan la teoría cinético-molecular (la naturaleza corpuscular de la materia, el movimiento continuo de las partículas y la existencia de vacío entre ellas) permiten explicar muchas de las transformaciones de la materia y los tres estados de agregación, es decir, nos posibilitan explicar las propiedades macroscópicas de la materia a partir de sus propiedades microscópicas. Sin embargo, distintos estudios (Benarroch, 2000; Gómez Crespo, Pozo y Gutiérrez, 2004; Löfgren y Helldén, 2008) muestran que, aunque los estudiantes aceptan fácilmente el modelo de partículas, no constituye para ellos un modelo explicativo, sino que recurren a modelos alternativos a la hora de explicar fenómenos cotidianos. Para algunos autores esto se debe a que el modelo de partículas es demasiado complejo y abstracto para los estudiantes de Primaria y Secundaria, o a que sus modelos mentales funcionan perfectamente bien para explicar los cambios (Oliva, Aragón, Bonat y Mateo, 2003).

Por otro lado, para interpretar el nivel microscópico de la materia se requiere de un lenguaje específico, una dificultad que, si ya es importante para el alumnado oyente, todavía puede serlo más en el caso de los estudiantes Sordos.

Existe una vasta literatura sobre la comprensión de los estudiantes sobre las propiedades físicas de la materia y los cambios de estado (Kind, 2004). Algunas ideas que se repiten en los trabajos revisados (Kind, 2004) hacen referencia a que los estudiantes explican la condensación de agua en un vaso suponiendo que el líquido atraviesa el vidrio, o que el frío o el aire se transforman en agua. En relación a la evaporación del agua, muchos interpretan que el agua desaparece, y en la ebullición consideran que las burbujas están hechas de calor o de aire.

Aunque las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo son muy escasas (Wang, 2011), afortunadamente hay algún estudio sobre los modelos que utilizan a la hora de interpretar fenómenos relacionados con la transformación de la materia. Roald y Mikalsen (2000) muestran que los alumnos Sordos tienen concepciones de los hechos científicos similares a las de sus compañeros oyentes, pero éstas tienden a desviarse significativamente a lo largo de la escolarización. Molander, Pedersen y Norell (2001) destacan la escasa utilización de razonamientos basados en modelos científicos en estos estudiantes, así como una escasa conexión entre el dominio simbólico y el de la vida real. Vázquez y García-Rodeja (2005), en un trabajo donde se analizan las conversaciones de estudiantes Sordos a la hora de interpretar fenómenos relacionados con los cambios de la materia, señalan la importancia de signar juntos para la progresión de los modelos. Lima-Salles, Salles y Bredeweg (2004) señalan la importancia de la modelización para la adquisición de conceptos científicos en este colectivo.

## METODOLOGÍA

### Participantes

Para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas, se llevó a cabo una investigación cualitativa de carácter descriptivo, exploratorio e interpretativo. Se planteó un estudio de caso en una aula inclusiva de 6º de Primaria, adaptando el diseño a las características lecto-escritoras del alumnado Sordo (Vázquez, 2016).

En el estudio participaron cuatro estudiantes de Primaria, una mujer y tres hombres. En la Tabla 1 se indican las características de los participantes. Para preservar el anonimato del alumnado, su nombre real fue sustituido por un seudónimo conservando únicamente el género.

Tabla 1.  
Características del alumnado participante (LSE: Lenguaje de Signos Española).

Estudiante	Edad (años)	Etapa educativa	Nivel académico	Nivel de lecto-escritura	Competencia en LSE	Contexto familiar y social	Tipo de sordera
Nacho	14	Primaria	Alto	Alto	Alta	No tiene familiares sordos.	Sordo profundo prelocutivo. Implante coclear con 18 meses.
Pedro	14	Primaria	Bajo	Bajo	Media	Acceso tardío a la LSE.	Sordo profundo prelocutivo. Acceso tardío al lenguaje. Implante coclear tardío a los 6 años.

Estudiante	Edad (años)	Etapas educativa	Nivel académico	Nivel de lecto-escritura	Competencia en LSE	Contexto familiar y social	Tipo de sordera
María	16	Primaria	Muy bajo	Muy bajo	Baja	Familia inmigrante. No se comunica con la niña.	Sorda profunda prelocutiva. No tuvo acceso al lenguaje hasta los 13 años. Acceso tardío a la LSE.
Alberto	13	Primaria	Medio	Alto	Muy baja	Familia reticente a pertenecer a la comunidad Sorda.	Hipoacúsico. Audífonos.

## Recogida y análisis de datos

Al inicio de la intervención en el aula, se efectuó a los estudiantes una entrevista por parejas con preguntas acerca de la evaporación y la condensación. Estas preguntas, ya utilizadas en investigaciones previas con alumnado oyente (Haland, 2010; Osborne y Cosgrove, 1983), fueron:

- ¿De qué están hechas las burbujas del agua cuando hierve?
- ¿A dónde va el agua de un plato mojado cuando se seca?
- ¿De dónde procede el agua que aparece en la pared externa de un bote con hielo?

Posteriormente, entre los participantes se administraron dos cuestionarios. El primero constaba de actividades de predicción, observación y explicación (White y Gunstone, 1992) acerca de los cambios de estado del agua (Fig. 1), y el segundo contenía preguntas relativas a la condensación de vapor de agua sobre un bote de refresco (Fig. 2).

Vamos a poner unos hielos en un vaso de precipitados y calentaremos hasta alcanzar los 100°C. ¿Qué piensas que va a ocurrir? ¿Por qué?

Ponemos el vaso en el hornillo y dejamos que se vaya calentando y que se alcancen los 100°C. Observamos lo que pasa.

¿Cómo explicarías a un niño pequeño lo que ocurrió con las moléculas de agua?

¿Cómo crees que respondería a la pregunta tu profesora de ciencias?

Fig. 1. Cuestionario tipo POE acerca de los cambios de estado.



### Cuestionario POE

Como explicación para la experiencia POE en la que se calentaban unos hielos hasta la evaporación, María indicó que desaparece y los demás que se evaporaba. Sin embargo, no tenemos constancia de lo que para ellos significa el término evaporación. Además, algunos estudiantes tuvieron dificultades para entender bien los enunciados, pese a su adaptación y consenso con la intérprete, y diferenciaron dos dominios de explicación, el cotidiano, en el que recurrían a explicaciones macroscópicas, y el escolar, donde la profesora del dibujo parecía aludir en sus explicaciones a un sistema de partículas. A modo de ejemplo, en la Fig. 3 se incluye la respuesta de Pedro.

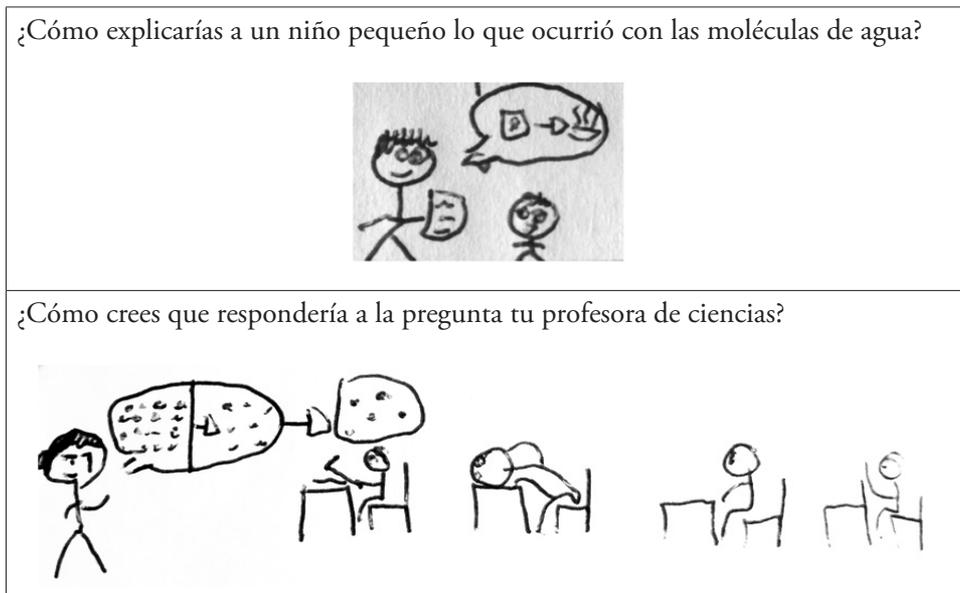


Fig. 3. Respuesta escrita de Pedro al cuestionario POE.

La mayoría de los estudiantes, en los dibujos que hicieron para representar cómo están las moléculas de agua en cada uno de los estados, incorporan una visión microscópica que se aproxima al modelo científico escolar para el estado sólido, líquido y gaseoso (ver, p. ej., Fig. 4).

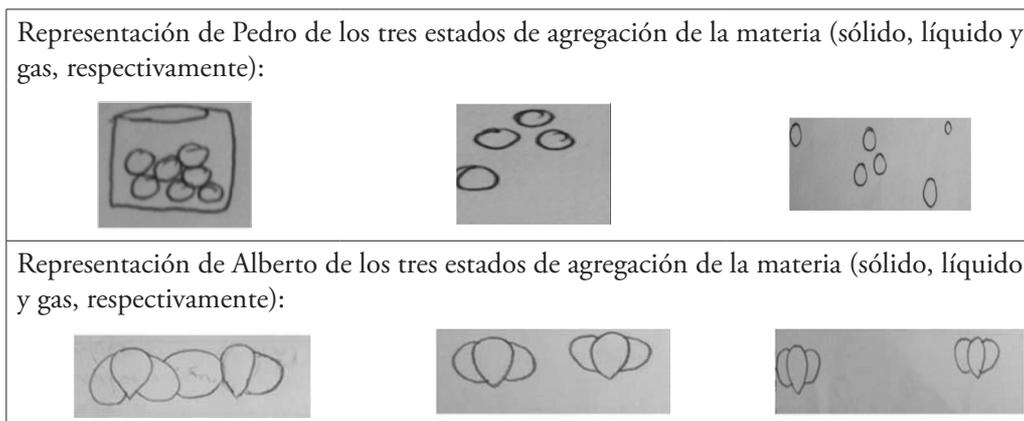


Fig. 4. Dibujos ilustrativos realizados por Pedro y Alberto para explicar la estructura molecular de los distintos estados.

Por otra parte, aunque en un principio no encontraron la necesidad de recurrir al nivel microscópico para explicar los cambios de estado, cuando se les anima a que dibujen lo que creen que está sucediendo a nivel molecular, dos de los cuatro estudiantes representan el vacío entre partículas, el movimiento y el aumento del desorden cuando se produce la fusión del hielo o la evaporación del agua. Otros estudiantes aplicaron sus ideas macroscópicas de que las partículas se contraen o se expanden.

### Questionario sobre condensación

En la pregunta sobre la condensación de agua en las paredes externas de un bote frío, podríamos catalogar las explicaciones de Alberto en el modelo de desplazamiento de Andersson (1990), pues ofreció respuestas del tipo: “*Del hielo que sale de agua. Los hielos estaban juntos en el cristal, derretía un poquito y comenzó a atravesar*” o “*Por el cristal, pasando por el cristal. Cuando bebemos coca cola, cuando hay frío pasa...y notamos húmedo*”. María, Pedro y Alberto emplearon en sus interpretaciones un modelo de transmutación de frío en agua. Por ejemplo, María respondió: “*El frío se volvió agua. Y hielo, muchísimo frío, en un líquido, se vuelve dentro de agua*”. Estos resultados parecen coincidir con los reflejados en la literatura con alumnado oyente de menor edad (Haland, 2010).

### CONCLUSIONES

Los resultados indican que los modelos que utilizan los estudiantes Sordos de Primaria en sus explicaciones sobre los cambios de estado se corresponden con los que la literatura señala para el alumnado oyente (Haland, 2010), pero en menor grado sofisticación, lo que atribuimos a las dificultades comunicativas y a la modalidad de escolarización del alumnado Sordo.

La falta de agrupamiento escolar en la inclusión escolar parece generar ambientes de aprendizaje donde se dificulta la argumentación. Además, la falta de estandarización de algunos signos científicos no favorece la comprensión de ciertos significados científicos.

A la vista de los resultados, creemos necesarios grupos de trabajo con profesores, personas Sordas, intérpretes, lingüistas e investigadores en didáctica de las ciencias que colaboren en la normalización de neologismos científicos y en el diseño de materiales adaptados a las características del colectivo de estudiantes Sordos en el aula inclusiva.

### AGRADECIMIENTOS

Al proyecto EDU2015-66643-C2-2-P financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSSON, B. (1990). Pupils' conception of matter and its transformation (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- BENARROCH, A. (2000). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 235-246.
- GÓMEZ CRESPO, M. A., POZO, J. I., y GUTIÉRREZ, M. S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación química*, 5(3), 198-209.
- HALAND, B. (2010). Student teacher conceptions of matter and substances – evaporation and dew formation. *Nordic Studies in Science Education*, 6(2), 109-124.

- KIND, V. (2004). *Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. Londres: Royal Society of Chemistry.
- LIMA-SALLES, H., SALLES, P., y BREDEWEG, B. (2004). Qualitative Reasoning in the Education of Deaf Students: scientific education and acquisition of Portuguese as a second language. En K. Forbus y J. de Kleer (Eds.), *Proceedings of the 18th International Workshop on Qualitative Reasoning (QR04)*, (pp. 97-104). Evaston, Illinois.
- LÖFGREN, L., y HELLDÉN, G. (2008). Following Young Students' Understanding of Three Phenomena in which Transformations of Matter Occur. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 481-504.
- MOLANDER, B. O., HALLDEN, O. y LINDAHL, C. (2010). Ambiguity-A tool or obstacle for joint productive dialogue activity in deaf and hearing students' reasoning about ecology *International Journal of Educational Research*, 49, 33-47 .
- MOLANDER, B. O., PEDERSEN, S. y NORELL, K. (2001). Deaf pupils reasoning about phenomena. *Journal of Deaf Studies and Deaf education*, 6, 200-211.
- OLIVA, J., ARAGÓN, M., BONAT, M., y MATEO, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 429-444.
- OSBORNE, R. J., y COSGROVE, M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- ROALD, I., y MIKALSEN, O. (2000). What are the earth and the heavenly bodies like? A study of objectual conceptions among Norwegian deaf and hearing pupils. *International Journal of Science Education*, 22(4), 337-355.
- VÁZQUEZ, S. (2016). *Comunicación y aprendizaje de la ciencia en estudiantes sordos: La materia y sus transformaciones* (Tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- VÁZQUEZ, S., y GARCÍA-RODEJA, I. (2005). "Signando juntos": Conversaciones sobre la transformación de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 237-250.
- WANG, Y. (2011). Inquiry-Based Science Instruction and Performance Literacy for Students Who are Deaf or Hard of Hearing. *American Annals of the Deaf*, 156(3), 239- 24.
- WHITE, R. T. y GUNSTONE, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Londres: The Falmer Press.

