

¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?

Susana Vázquez Martínez

Universidad Santiago de Compostela

RESUMEN

En este artículo se describen algunos aspectos relacionados con la didáctica de las ciencias, argumentación y lenguaje que pueden afectar al colectivo de estudiantes sordos en el aula inclusiva. Los resultados indican que entornos de aprendizaje que estimulan la participación en LSE en la construcción social del conocimiento favorecen la argumentación y facilitan el desarrollo de la competencia científica. Asimismo, el resultado nos genera dudas sobre la inclusión educativa de estos alumnos sin agrupamiento escolar, lo que nos lleva a señalar la necesidad de constituir grupos de trabajo multidisciplinares que colaboren en la normalización de neologismos científicos, así como la necesidad de formación continua de profesores e intérpretes para mejorar la comunicación con alumnado sordo en el aula de ciencias.

Palabras clave: Alumnado sordo; argumentación; discurso; enseñanza de las ciencias; inclusión educativa.

ABSTRACT

In this article some aspects related to argumentation, science and language didactics, which may affect deaf students in the inclusive classroom, are described. The results show that learning environments, which invigorate the participation in LSE in the social construction of knowledge, favors argumentation and facilitate the development of scientific skills. Results obtained in this research arise doubts about educational inclusion of students without school grouping in the same school. Attending this, we pinpoint about the need to build multidisciplinary groups that should collaborate in the normalization of scientific neologisms, as well as the need for continuous training of teachers and interpreters to look after the communication with deaf student in the science classroom.

Keywords: Deaf student; argumentation; discourse; science education; educational inclusion.

1. Introducción

Los resultados de distintas pruebas internacionales o la disminución progresiva de las vocaciones científicas indican que los jóvenes no cultivan el interés suficiente por el ámbito científico. Muchas son las causas: metodologías que eluden la parte experimental y de investigación, la falta de contextualización o, incluso, un futuro laboral no muy prometedor. También se achaca a las dificultades que el alumnado encuentra en las distintas disciplinas científicas.

No cabe duda de que es difícil precisar en qué medida estas trabas están relacionadas con la dificultad en la comprensión de los conceptos científicos implícitos en las preguntas planteadas por el profesorado o si se deben a un dominio insuficiente del género lingüístico discursivo necesario para responder a las preguntas. Lo que es un hecho es que el proceso de aprendizaje está directamente relacionado con el lenguaje específico de cada campo del saber, es decir, las palabras que leemos o escuchamos se deben ajustar a un patrón temático que nos resulte familiar para que adquieran sentido. Así, los resultados de distintas investigaciones corroboran que el aprendizaje de las ciencias se construye a medida que los estudiantes se aproximan a un modo de hablar científico y son capaces de construir significados con sus propias palabras (Lemke, 1997; Jiménez Aleixandre, 2010; y Sanmartí, Izquierdo y García, 1999).

Para superar estas dificultades, en el aula de ciencias se da importancia a las cuestiones relacionadas con la competencia lingüística, tanto desde el punto de vista de la comprensión lectora y la expresión escrita, como desde la argumentación; y no sólo en el alumnado sino también para que el profesorado pueda ser consciente de sus concepciones sobre la argumentación (García-Mila y Andersen, 2008).

Por otra parte, fuera del colegio, los estudiantes están siendo continuamente socializados en un repertorio de modelos de explicaciones no científicas a través de los medios de comunicación, la familia, los compañeros, etc. (Driver, Asoko, Leach, Mortimer y Scott, 1994), justificaciones que les resultan útiles para interpretar los fenómenos cotidianos y que no desaparecen en favor de las explicaciones científicas, aun después de varios años de instrucción.

Aprender ciencias, desde esta perspectiva es un proceso de “enculturización”, un proceso social en el que los estudiantes participan en una empresa conjunta en la que se construyen significados por la interacción con otros a través del lenguaje (Solomon, 2003).

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

A tenor de estas investigaciones, parece claro que las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias están relacionadas con aspectos lingüísticos y de construcción social del conocimiento.

Si a estos problemas se le suman dificultades en la adquisición de la lengua materna, en el aprendizaje de una segunda lengua y una menor aproximación informal a la ciencia, como ocurre con los estudiantes sordos –objeto de nuestro estudio– cabría pensar que las dificultades se incrementan notablemente.

Se podría argumentar que el aprendizaje científico no es una prioridad para los estudiantes sordos o con problemas de lenguaje. Sin embargo, la revisión de la literatura destaca que el desarrollo de la competencia científica (íntimamente ligada a la argumentativa) en los estudiantes sordos favorece, no sólo su plena participación como futuros ciudadanos del S. XXI, sino que contribuye muy positivamente al desarrollo de las competencias lingüísticas y del pensamiento crítico, a través de los procesos de argumentación e indagación en el aula de ciencias (Marschark, Lang y Albertini, 2002; Marschark *et al.*, 2006).

De manera más concreta, en este artículo se describen algunos aspectos relacionados con la didáctica de las ciencias, argumentación y lenguaje que pueden afectar al colectivo de estudiantes sordos:

En primer lugar, se abordan cuestiones relacionadas con el lenguaje, la argumentación y la comprensión en el aula de ciencias con alumnado sordo. Se resumen los resultados de algunas investigaciones acerca de la relación entre la calidad de las argumentaciones y la construcción de modelos científicos y se analizan sucintamente los patrones de interacción discursiva que aparecen habitualmente en experiencias de argumentación en el aula inclusiva con alumnado sordo.

En segundo lugar, se analizan algunas características de la terminología científica que influyen directamente en el uso e interpretación en LSE (lengua de signos española) en el aula de ciencias, se citan algunos aspectos relevantes a tener en cuenta en la normalización de neologismos científicos en LSE y se presentan algunas pautas de estandarización que han resultado efectivas en los resultados de investigaciones en países donde se ha desarrollado líneas de investigación en didáctica de las ciencias con alumnado sordo.

Por último, se describen algunas de las dificultades asociadas a la interpretación y docencia en el aula de ciencias con alumnado sordo extraídas del análisis de las percepciones de intérpretes y profesores de un estudio realizado en Galicia en el curso

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

2014-2015, como parte de mi tesis doctoral y se comentan las necesidades de formación que reclaman profesores e intérpretes educativos.

2. Argumentar e indagar para aprender ciencias

Aprender ciencias, desde la perspectiva de la argumentación, es desarrollar la capacidad de razonar acerca de las cuestiones y problemas científicos, tanto en el discurso oral como por escrito. Sin embargo, a la hora de expresar y organizar las ideas por escrito u oralmente el estudiantado encuentra a menudo dificultades para identificar argumentos significativos, distinguir el lenguaje coloquial del científico o diferenciar hechos e inferencias. Así, en las argumentaciones, el alumnado tiende a utilizar oraciones largas con dificultades de coordinación y subordinación en los textos escritos, o bien muy cortas sin justificación (Sardá y Sanmartí, 2000), a apoyar el argumento con más premisas a favor, aunque no estén conformes con él, a extraer conclusiones antes de examinar todos los datos o a considerar como más importantes los argumentos que consolidan sus creencias (Zeidler, 1997; Sadler *et al.*, 2004).

Lemke (1997) atribuye estas dificultades al desconocimiento por parte del alumnado tanto del “patrón temático” como del “patrón estructural” propio de los textos científicos y de las interrelaciones entre estos dos patrones. Y Sardá y Sanmartí (2000) sostienen que las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas y que el conocimiento de estos patrones permite su evolución, por lo que recomiendan que se introduzcan como objeto de aprendizaje en las aulas de ciencia para que el lenguaje formalizado propio de la ciencia tome todo su sentido para el alumnado.

En resumen, aprender ciencias, desde la perspectiva de la argumentación, es desarrollar la capacidad de razonar acerca de las cuestiones y problemas científicos, por lo que parece necesario que los estudiantes constaten hipótesis sobre una determinada investigación en el aula o discutan sobre una teoría para que sientan la necesidad de utilizar vocabulario científico y vayan construyendo paulatinamente sus argumentos y estructurando su discurso argumentativo. Además, la mejora en habilidades cognitivo-lingüísticas como describir, definir, explicar, justificar, argumentar y demostrar, necesita de metodologías participativas como la indagación en el aula, que propicien el desarrollo de habilidades cognitivas básicas (analizar, comparar, deducir, inferir, valorar...) a partir de la argumentación en base a pruebas (Jiménez Alexandre, 2010). Con este objetivo, la investigación en didáctica de las ciencias, especialmente en la última década, se ha enfocado hacia la práctica de la indagación y la argumentación en el aula (Duschl *et al.*, 2007) como pilares fundamentales en el aprendizaje de las ciencias. Aún así el diseño curricular sigue demasiado enfocado en el aprendizaje de contenidos científicos y da pocas

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

oportunidades para que los estudiantes desarrollen destrezas de argumentación en el aula, en detrimento de la comprensión de conceptos científicos y del desarrollo de un pensamiento crítico.

Si estas situaciones parecen afectar negativamente a los estudiantes, parece lógico pensar que, en el caso del colectivo de estudiantes sordos, las oportunidades para argumentar y desarrollar el pensamiento crítico en el aula pueden ser todavía menores que con los alumnos oyentes (Vázquez-Martínez, 2016), todavía más cuando las investigaciones muestran que muchos profesores, por falta de tiempo, formación específica y apoyos institucionales, limitan el uso de prácticas argumentativas o indagatorias en aulas de ciencias con estudiantes sordos, con quienes imparten enseñanzas expositivas con tareas de bajo nivel cognoscitivo (Hagevik *et al.*, 2011 y Lane-Outlaw, 2009).

2.1. Argumentación en la enseñanza de las ciencias a alumnado sordo

Las relativamente escasas investigaciones sobre la argumentación en clase de ciencias del alumnado sordo indican que este colectivo de alumnos es menos eficaz para pedir aclaraciones y menos propenso a hacer preguntas y participar en el aula que los estudiantes oyentes (Santaolalla, 2010) y que sus aportaciones en el discurso de aula se dirigen a justificar su postura más que a debatir (Wood, 1991). Los resultados de estos estudios indican también que generalmente intervienen poco en los debates orales, aun con la presencia de un intérprete.

Algunos autores como Molander *et al.* (2010) atribuyen estas dificultades para discutir y argumentar a que muchos estudiantes sordos no han desarrollado los hábitos de explicar sus puntos de vista o defender sus posturas a través de debates y que sus diálogos son menos elaborados que los de los alumnos oyentes. Quizás porque los diálogos entre alumnos oyentes tienen más posibilidades de convertirse en “una actividad productiva conjunta”, al disponer de un vocabulario científico mayor para argumentar y porque se comunican directamente con el profesor o profesora o entre ellos.

Así, en un aula inclusiva, el rol del profesorado es fundamental para ayudar a los estudiantes sordos a construir argumentaciones y a participar en el discurso de aula, bien potenciando la participación de los alumnos hipoacúsicos, bien a través de un intérprete en el caso de alumnado sordo profundo. Sin embargo, aunque el papel del intérprete es primordial en el aula, la incorporación de un eslabón más en el canal de comunicación, ocasiona problemas en algunas ocasiones. Por ejemplo, cuando no existe un signo para un concepto científico el intérprete utiliza la dactilología para deletrearlo, lo que puede influir en la comprensión del concepto a transmitir ya que no aporta información contextual de la que se pueda extraer significado (Jones, 2014).

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

También, la coincidencia de términos del lenguaje general y del lenguaje científico, obliga al estudiante sordo a aprender nuevas definiciones para palabras familiares lo que puede ocasionar dificultades semánticas graves a la hora de argumentar y favorecer la aparición de concepciones alternativas en el aprendizaje de los conceptos científicos. Incluso, el propio intérprete puede transmitir en su interpretación alguna idea alternativa.

Las dificultades argumentativas de los estudiantes sordos se asemejan con las de los alumnos con lenguas maternas diferentes a las oficiales y ya se han hecho investigaciones en esta línea (Andrew *et al.*, 2006). Los autores realizaron una investigación sobre el aprendizaje de una segunda lengua (el inglés) para alumnos sordos e hispanos y el desarrollo de técnicas efectivas de enseñanza de las ciencias, entre ellas la argumentación. Incorporaron actividades con soporte visual y fundamentadas en la investigación didáctica actual, además de incorporar elementos tecnológicos y culturales. También incorporaron cuentos populares mexicanos y biografías de científicos hispanos en su enseñanza de la ciencia o lecturas acerca de los científicos sordos y sus contribuciones a la ciencia, que fueron traducidas del inglés a la ASL (lengua de signos americana) y por vía oral al español.

Elaboraron materiales para todos los docentes del país que integraban un diseño de aprendizaje basado en problemas, incorporación de los conceptos científicos a través del currículo, vídeos con subtítulos en ASL y en español, excursiones de campo e intercambios sociales, trabajo por proyectos y apoyo tecnológico, entre otros.

Los resultados fueron muy satisfactorios, tanto en la mejora de la comprensión, la argumentación y la motivación de los estudiantes hacia las ciencias, como en la eficacia de la instrucción y la mejora la motivación de los docentes. El estudio concluye que existen muchas similitudes entre los alumnos sordos e inmigrantes como estudiantes bilingües y que la transferencia a través de conceptos científicos entre los dos idiomas (ASL e inglés o español e inglés) promueve el desarrollo del inglés como segunda lengua.

Aunque las implicaciones didácticas de estas investigaciones generan expectativas muy interesantes para la mejora de las actividades discursivas en el aula de ciencias con alumnado sordo, este colectivo de estudiantes necesita también desarrollar habilidades que mejoren su argumentación escrita a través del diseño de prácticas que le permitan pensar y escribir.

2.2. *Escribir y leer para aprender ciencias*

El alumnado sordo tiene dificultades para comprender las preguntas escritas y la simbología del lenguaje científico, y el uso de neologismos para designar conceptos

nuevos dificulta la elaboración de sus respuestas (Patalano, 2015). Por ello, escribir y leer ciencias les ayuda a consolidar sus experiencias científicas a la vez que desarrolla sus habilidades de comprensión lectora y facilita el uso de estrategias metacognitivas que les permitan generar nuevas ideas sobre un tema (Yore, 2000).

Autores como Sutton (1990) destacan algunas estrategias efectivas para la lectura, como utilizar materiales con un alto componente visual, introducir los términos científicos a partir de los conceptos que representan más que en las palabras que los definen, elaborar glosarios, contextualizar el término y relacionarlo con la vida cotidiana.

Otros estudios de mayor alcance, como el desarrollado por Lang y Albertini (2001) con estudiantes sordos de Secundaria y sus profesores en Estados Unidos, destacan algunas estrategias de escritura que potencian la construcción del conocimiento:

1. Pieza creativa. Desarrollo metalingüístico utilizando metáforas, analogías, etc.
2. Escritura libre guiada. Trabajo por etapas.
3. Doble entrada. Utilizaban un artículo de un periódico y opinaban sobre el texto.
4. Reflexión al final de clase. Presentaban tres o cuatro ideas fundamentales de lo que habían aprendido al finalizar la clase.

Los resultados de este estudio revelaron que la aplicación en el aula inclusiva de estas técnicas mejoró la comprensión de los conceptos científicos, las habilidades de predicción y observación de un fenómeno, el desarrollo de nuevos conceptos y la transformación de antiguos conceptos, así como la construcción de nuevos conocimientos. Además, con estas estrategias, los profesores eran capaces de evaluar la comprensión, y la interpretación de los fenómenos y conceptos que habían trabajado con sus alumnos sordos a partir de sus argumentaciones.

3. Uso de lenguas de signos en el aula de ciencias y argumentación

Distintas investigaciones sostienen que la lengua de signos es fundamental en el aula inclusiva con estudiantes sordos como instrumento de mediación semiótica, ya que favorece los procesos de lectoescritura y de comprensión de conceptos, además de mejorar la comunicación en el aula. Utilizar vocabulario científico y técnico en lengua de signos con alumnos sordos mejora la calidad de sus argumentaciones y asegura la correcta comprensión de las argumentaciones signadas (Marschark, Rhoten, y Fabich, 2007), además de favorecer los procesos de lectoescritura y mejorar la comunicación en el aula.

Sin embargo, el lenguaje científico no es sólo un lenguaje simbólico en el que se expresan, por ejemplo, las magnitudes, las unidades, y las relaciones entre ellas (fórmulas, gráficas...) o nociones importantes como símbolos y ecuaciones químicas, sino también un lenguaje que utiliza términos que provienen del lenguaje general a los que se les confiere un significado distinto en el contexto científico. Así, palabras como “carga” o “peso” tienen distinto significado cuando nos referimos a un campo eléctrico o gravitatorio que cuando las utilizamos en el lenguaje cotidiano. Como todos los lenguajes especializados, la única manera de aprenderlo es utilizarlo para pensar, hablar, escribir y leer.

Es, además, un lenguaje en continua evolución debido al acelerado crecimiento de la ciencia que obliga a los científicos a crear constantemente neologismos que se trasladan al aula y a los medios de comunicación en poco tiempo.

Estas dos casuísticas, la polisemia de algunos términos y el proceso de normalización de los neologismos que surgen continuamente, se han destacado como dos de las causas que dificultan la transición de los modelos alternativos utilizados por el alumnado para explicar lo que les rodea al modelo científico, aún después de la instrucción.

Por otra parte, la ambigüedad de algunos términos tampoco facilita la interpretación y necesita del trabajo en común de profesores de ciencias e intérpretes para evitar, en lo posible, transmitir ideas alternativas del propio intérprete a los alumnos, dificultades que se incrementan a medida que se utilizan términos más complejos.

3.1. Las lenguas de signos en el aula de ciencias: una oportunidad didáctica

A diferencia de otras lenguas, las lenguas de signos poseen herramientas que ayudan a mejorar la comprensión de un concepto como las expresiones faciales, la velocidad del movimiento del signo o el hecho de que están menos codificadas que la lengua oral. En muchos aspectos, ello les permite ilustrar los principios científicos complejos mejor que con las lenguas orales (Lang y Pagliaro, 2007). Citemos tres ejemplos representativos:

1. Para evitar la confusión habitual en los primeros años de instrucción el concepto de masa, intérpretes, profesores, investigadores y lingüistas especializados en ASL acordaron signar con un puño cerrado el concepto de masa, sin embargo y para indicar el peso, el puño hace un movimiento descendente hacia el suelo. La implicación de que el peso representa el efecto de la gravedad sobre la masa, queda aclarada con ese movimiento y ofrece una gran ventaja cualitativa frente a otras lenguas no viso-espaciales (Lang, Laporta, Monte, Baab y Scheifele, 2007).

2. Influencia positiva de la lengua de signos, según Roald y Mikalsen (2001), en las concepciones de los estudiantes sobre el sistema Tierra-Sol-Luna, ya que las características espaciales de las lenguas de signos permitían incorporar en el propio signo cuestiones relacionadas con los movimientos de los planetas.
3. Lang y Pagliaro (2007) indican que explicar la etimología de un signo técnico ayuda a su comprensión y su recuerdo a largo plazo, que los términos científicos se comprenden y recuerdan mejor cuando existe un signo para el concepto y la capacidad de recuerdo aumenta significativamente cuando se utiliza un único signo que cuando hay que usar una combinación de ellos o es necesario recurrir a la dactilología.

Sin embargo, al igual que la forma de signar puede ayudar a la comprensión de un término, también puede introducir significados erróneos por lo que parece necesario un trabajo conjunto de personas sordas, profesores de ciencias, intérpretes, lingüistas en lenguas de signos e investigadores de didáctica de las ciencias a la hora de construir un nuevo signo, de forma que se adecúe a las características específicas de la lengua y tenga en cuenta su significado científico (Vázquez-Martínez, 2016).

En el estado español, la Fundación CNSE ha editado una serie de glosarios de neologismos en distintas áreas del conocimiento. En las áreas de ciencias, los signos científicos normalizados se encuentran en los glosarios "Educación: Ciencias de la Naturaleza" (CNSE, 2003) y "Educación: Física y Química" (CNSE, 2003).

Otras experiencias, como la desarrollada por Lima-Salles, Salles y Bredeweg (2004), pueden orientarnos en la creación de neologismos científicos. Los autores realizaron un estudio sobre los distintos modelos que utilizaban 17 estudiantes sordos universitarios para explicar el cambio climático. Posteriormente, recogieron respuestas sobre los modelos mentales que utilizaban los estudiantes con un grupo de estudiantes sordos del mismo nivel, revisaron los modelos y los signos utilizados para introducir signos que estuviesen de acuerdo con el modelo científico y con las características de la lengua de signos brasileña (LIBRAS). Finalmente, compilaron 32 signos nuevos a modo de glosario de LIBRAS, los grabaron en un DVD y utilizaron tecnología de código QR para distribuirlo en distintas escuelas bilingües de Primaria y Secundaria en Brasil. Los resultados de la evaluación (Pereira, 2010) fueron muy satisfactorios tanto para los profesores que utilizaron el material didáctico como para los alumnos sordos y oyentes.

Por suerte, también tenemos ejemplos en el panorama educativo español y un buen ejemplo lo constituye la versión signada de los vídeos del proyecto XeoClip (<https://goo.gl/xP64A4>), un proyecto que tuvo como experiencia piloto la evaluación

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

de unos vídeos de ciencia signados para mi tesis doctoral a partir del estudio de De Toro (2015).

Sin embargo, a pesar de todas estas iniciativas, quedan muchas preguntas para responder sobre el papel de las lenguas de signos en el aprendizaje en el aula de ciencias. Por ejemplo: ¿Influye la selección de signos de los maestros e intérpretes en la construcción del significado en los estudiantes sordos durante una experiencia de aprendizaje? ¿son los estudiantes sordos capaces de reparar mentalmente los errores en el signado, cometidos por los maestros, intérpretes y/o compañeros durante un diálogo de aula o una charla del profesor?

Estas y otras preguntas forman parte de un cuerpo de investigación (Lang *et al.*, 2007), que busca respuesta a tres dimensiones del proceso de signado que pueden tener un papel determinante en el aprendizaje: la etimología del signo, la facilidad para su signado y su “contenido visual”.

3.2. *Lenguas de signos y patrones discursivos en el aula de ciencias*

Explorar cuestiones relacionadas con la construcción social del conocimiento científico, nos acerca al análisis del discurso, un área que ha resultado ser muy importante en los procesos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias (Hogan, Nastai y Pressley, 2000).

Investigaciones como la realizada en nuestro grupo de investigación (Vázquez-Martínez y García-Rodeja, 2005, o Vázquez-Martínez, 2016), en un estudio sobre el uso de la lengua de signos como vía de comunicación en el aula de ciencias entre alumnos sordos, han servido para indagar en el discurso de los estudiantes sordos como fuente de datos para examinar su razonamiento científico, concretamente la co-construcción de explicaciones, argumentos y modelos a partir de la observación y de los datos recogidos en el análisis del discurso.

Las preguntas que se plantearon fueron: ¿Qué tipo de patrones de interacción utiliza el alumnado sordo para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia? y ¿qué tipo de ambiente de aprendizaje, derivado de las distintas modalidades educativas, favorece el uso de la argumentación en el aula de ciencias con estudiantes sordos?

A través de un estudio de casos múltiples, recogimos diferentes grabaciones en vídeo y entrevistas personales a 10 alumnos sordos de tres centros educativos gallegos, todos con una amplia experiencia en la integración de alumnado sordo.

La Tabla 1 describe las características de los centros participantes en este estudio:

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

Centro	Etapa/curso	Modalidad educativa
A	Ciclos formativos de FP.	Centro experimental donde se desarrollaba una experiencia piloto de agrupamiento escolar de alumnado sordo. Estos acudían a las aulas de matemáticas, física y química y lenguas en pequeño grupo de alumnado sordo y a las demás disciplinas con alumnado oyente. Los profesores eran <i>fluentes</i> en LSE.
B	Primaria /6º EP	Centro de escolarización combinada en la que los estudiantes sordos trabajaban en un grupo con alumnos oyentes en todas las asignaturas, excepto las troncales en las que trabajaban en pequeño grupo en un antiguo centro específico para sordos.
C	ESO/2º ESO	Instituto donde los alumnos sordos acudían al aula regular con un intérprete.

Tabla 1: Características de los centros participantes

Participaron los seis estudiantes Sordos del centro piloto, los dos estudiantes de Primaria en Escolarización Combinada (es decir, educación compartida de alumnado sordo y oyente) en el centro B, y dos estudiantes de ESO del centro C. El perfil de los participantes se describe en la Tabla 2:

Nombre (ficticio)	Centro	Edad	Competencia lectoescritora	Competencia en LSE	Acceso al lenguaje
Bea	A	20	Alta	Alta	Temprano
Iria	A	20	Baja	Media	Tardío
Marta	A	20	Media	Media-Alta	Temprano
Olalla	A	21	Media	Alta	Temprano
Álex	A	19	Baja	Media	Tardío
Julia	A	19	Alta	Alta	Temprano
Nacho	B	14	Alta	Alta	Tardío
Pedro	B	14	Baja	Media	Temprano
Uxía	C	18	Alta	Alta	Temprano
Pablo	C	15	Alta	Media	Temprano

Tabla 2: Perfil educativo de los participantes y centro al que pertenecen.

* Los nombres respetan el sexo.

En primer lugar, transcribimos las intervenciones y las codificamos adaptando el esquema de Hogan *et al.* (2000) a los componentes del discurso en el aula que aparecían en los resultados, identificamos los patrones de interacción y la complejidad del razonamiento de un grupo de alumnos sordos cuando discutían sobre la materia y sus transformaciones y elaboramos un mapa del discurso (Vázquez-Martínez, 2016). Encontramos correlación entre el nivel de competencia en LSE y el acceso temprano a esta lengua con el tipo de patrones de discurso. Así, el alumnado que hace más intervenciones de tipo “elaborativo” es el que tiene una mayor fluidez en LSE y ha tenido un acceso temprano a esta lengua. También relacionamos el grado y calidad de las intervenciones en el aula de los estudiantes sordos con el tipo de escolarización.

Los resultados muestran que el aula de Primaria en escolarización combinada y en el aula del grupo experimental es en donde aparecen con mayor frecuencia los patrones “elaborativos”, donde los alumnos discuten, rebaten y tienen cuenta las opiniones de los demás para elaborar sus ideas. La interacción con los alumnos oyentes y otros alumnos sordos, en esta modalidad educativa, es fluida y se consigue crear un ambiente de construcción social del aprendizaje. El ejemplo siguiente muestra un caso de patrón elaborativo en un grupo de Primaria:

(1) E: ¿Por qué se apaga la vela?

Nacho: Porque se queda sin oxígeno... sin aire.

E: ¿Por qué hace falta aire? ¿Hace falta aire para que arda?

Nacho: Sí

E: ¿Todos sabemos eso que hace falta aire para que arda?

Oyente 1: ¿Lo sabías o no?

Oyente 2: Sí, sí.

Oyente 1: Si lo sabíamos, lo dijo la profe, pero lo había explicado. hace mucho tiempo.

Nacho: Por ejemplo, un fuego en un bosque, está muchas horas quemando. Si no hubiera aire ya no habría fuego

Sin embargo, en el centro de Secundaria la situación es muy diferente, la interacción entre alumnos sordos y oyentes se reduce a presentar las ideas de cada uno y los alumnos no discuten las respuestas de los demás, aún con las intervenciones de la investigadora que los animaba a participar.

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

Los resultados sobre el grado de intervención en las aulas inclusivas de ESO coinciden con las conclusiones de los estudios realizados por Silvestre (1991), Wood (1991) y Bagga-Gupta (2000), con grupos de adolescentes españoles, ingleses y suecos, respectivamente, en inclusión escolar.

A la vista de estos resultados, concluimos que es necesario plantear cuestiones importantes que favorezcan la educación científica y general de los estudiantes sordos, como pueden ser las dos siguientes: el agrupamiento escolar y las distintas modalidades de escolarización bilingüe.

4. Interpretar y enseñar ciencias en el aula inclusiva, un reto complicado

En distintas investigaciones (Marskack y Hauser, 2008; Vázquez-Martínez, 2016), se da cuenta de las indicaciones de intérpretes acerca de que las asignaturas de ciencias y tecnologías ofrecen una mayor dificultad a la hora de interpretar y que esta dificultad se incrementa a medida que se avanza en los niveles educativos, por la elevada cantidad de neologismos en LSE que tienen que utilizar y por el nivel de abstracción inherente a determinados conceptos científicos, sobre todo en Química, Biología e Informática.

Para conocer la situación de la enseñanza de las ciencias a alumnado sordo en Galicia, diseñamos durante el curso 2014/2015 una serie de cuestionarios y entrevistas, que se enviaron a todos los intérpretes y profesores de ciencias de centros con alumnado sordo en las aulas gallegas en educación Primaria y Secundaria.

El objetivo principal era tener una visión global de los perfiles, percepciones y necesidades de los profesores de ciencias y de los intérpretes para conocer las dificultades que encontraban a la hora de ejercer su función en el aula con alumnado sordo y las estrategias didácticas utilizan para superarlas. Una vez clasificadas las respuestas, y realizada la triangulación de datos procedentes de los cuestionarios y entrevistas, nos permitió explorar la realidad de las aulas de ciencia inclusivas con estudiantes sordos en Galicia (Vázquez-Martínez, 2016).

Los resultados de las encuestas reflejan que los intérpretes en activo durante ese curso contaban con una mayor preparación académica que la exigida para ser intérprete educativo, el 99% eran mujeres jóvenes con titulación universitaria y contaban con más de cinco años de experiencia.

Respecto a las necesidades, dicho grupo de intérpretes consideraba que la formación inicial que recibieron resultaba insuficiente para la labor profesional, y que ésta debería incluirse en el ámbito universitario; respecto a la formación continua del

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

intérprete, unánimemente, aludían a la necesidad de formación específica por áreas temáticas, para mejorar la calidad interpretativa.

Reclamaban un mayor tiempo en común con el profesorado para preparar las clases y comentaban la dificultad de signar algunos conceptos científicos a medida que se avanzaba en las etapas educativas. Así, una de las intérpretes comentó:

- (2) “Las asignaturas de ciencias son las peores, sobre todo porque no tengo suficiente formación para asegurar la interpretación. Mi conocimiento de conceptos del lenguaje común, por lo que tengo que hacer un doble esfuerzo a la hora de preparar el contenido de la interpretación. No se trata de entenderlo absolutamente todo, pero sí tener un esquema mental del tema, saber qué conceptos son clave, qué ambigüedades pueden existir, etc. Esto ocurre, sobre todo, en Bachillerato”.

Las percepciones, necesidades y dificultades señaladas coinciden con las que reflejan investigaciones similares realizadas en otros países (Powel, 2013; Grooms, 2015).

Como estrategias para interpretar neologismos en el aula de ciencias, recomiendan deletrear dactilológicamente el signo, recurrir a las imágenes, dibujos y esquemas de los libros de texto, utilizar perífrasis o pactar el signo con el alumno. En ocasiones, simplemente, utilizan la inicial del concepto en español dactilológico y en otras se acuerda un signo con una raíz icónica, un clasificador, pero siempre aclarando que no es el signo estandarizado. La práctica de laboratorio no supone dificultades interpretativas para ninguna de las encuestados, aunque recomiendan el conocimiento previo por parte del intérprete del contenido de la práctica, así como de los materiales e instrumentos que se van a utilizar para evitar interferencias durante la sesión de laboratorio (algunos sin signo estandarizado) y la importancia de recordar al profesor que el alumno sólo tiene un input visual, por lo que no es adecuado ir dando indicaciones al mismo tiempo que realiza la práctica, porque supone dividir la atención. Señalan también otras estrategias interpretativas para el debate científico, exposiciones y presentaciones de contenido en el aula, todas ellas se pueden consultar en Vázquez-Martínez (2016, capítulo cinco).

Respecto al profesorado de ciencias con alumnado sordo en el aula de ciencias, al no poder disponer de datos sobre alumnado sordo integrado en Primaria y Secundaria, por la ley de protección de datos, enviamos un formulario a todos los centros de Primaria y Secundaria gallegos. Respondieron siete profesores de ciencias de centros con integración escolar y ocho docentes de antiguos centros específicos. Los resultados muestran que hay dos situaciones claramente diferenciadas: En los centros educativos con inclusión escolar hay uno o dos alumnos sordos en todo el centro; y el profesorado tiene experiencia nula o de un único curso escolar con alumnado sordo, no han recibido formación específica para atender a las necesidades de sus alumnos sordos y desconocen las características de la comunidad sorda y la LSE.

En los centros que anteriormente han sido centros específicos con alumnado sordo, el profesorado tiene una experiencia con alumnado sordo de entre cinco y veinte años, cuenta con formación específica para atender a las necesidades de dicho alumnado y también conoce la comunidad sorda y la LSE.

Se observa una gran diferencia entre las percepciones y necesidades de unos docentes y otros. Así, los docentes de los centros educativos inclusivos sin experiencia con alumnado sordo estiman que no tienen suficiente formación ni la experiencia necesaria para enseñar a los estudiantes sordos y apelan a que se les proporcionen programas formativos para atender a las necesidades de este colectivo. A los docentes les cuesta comunicarse con sus alumnos sordos al no disponer de una lengua común y encuentran dificultosa la interpretación de los textos escritos de sus alumnos sordos. Sus percepciones coinciden con las reflejadas en estudios similares (Avramidis y Norwich, 2002). Sin embargo, los docentes con experiencia con este colectivo de alumnos, procedentes de antiguos centros específicos, reclaman un mayor agrupamiento de estudiantes sordos en centros donde se disponga de recursos y de un claustro de profesorado conocedor de las características del alumnado sordo.

Respecto a las dificultades específicas de los estudiantes sordos en el aula de ciencias, el profesorado más experimentado comenta las dificultades comunicativas a la hora de explicarles fenómenos científicos que necesitan de mayor abstracción, la sobreinterpretación de los enunciados de los ejercicios, y la necesidad de tiempos extra en su función docente para elaborar resúmenes y estrategias de enseñanza adaptadas a las necesidades del alumnado sordo.

Uno de los profesores entrevistados, procedente de un antiguo centro específico de sordos relata:

- (3) “Fundamentalmente su dificultad radica en la comprensión de los textos...Cuando se necesita de la comprensión de conceptos relativamente abstractos surgen los problemas” [...].

Y sobre la enseñanza de las ciencias explica

- (4) “Creo que un aspecto a destacar en la enseñanza de las ciencias es la creencia, por parte de los profesores, de que su comprensión se acerca a la de los niños oyentes y también las metodologías que utilizan a veces, sobre todo, cuando se limitan al libro de texto. Además, necesitan más tiempo para asimilar determinados conceptos, por lo que se hace imprescindible establecer tiempos extra de trabajo”.

La prioridad para todos ellos es atender a la comunicación en el aula de ciencias con alumnado sordo a través de cursos de LSE y formación en didácticas específicas.

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

Como sugerencias didácticas, los profesores señalan como prioritarias las estrategias basadas en el aprendizaje visual, el uso de resúmenes y esquemas, tiempos extras, actividades muy estructuradas y uso de glosarios, entre otras.

Muy pocos profesores, sobre todo en Primaria, hacen referencia a las actividades de argumentación o de indagación en el aula, aun cuando distintas investigaciones como la realizada por Easterbrooks, Stephenson y Mertens (2006) corroboran la eficacia de los métodos de aprendizaje activo en el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes sordos para garantizar un mayor entendimiento y comprensión de los conceptos científicos.

Ambos agentes, intérpretes y profesorado, sugieren disponer de más tiempo en común para colaborar entre ellos y demandan la presencia de profesores de apoyo especialistas en ciencias. Aluden a la falta de agrupamiento escolar del alumnado sordo y a la movilidad docente, como causas que les impiden desarrollar repositorios de buenas prácticas. Coincidimos en sus percepciones ya que el agrupamiento de escolares sordos en un centro educativo y la permanencia del profesorado en los centros permite crear grupos de trabajo para realizar proyectos de largo alcance y crear materiales didácticos y guías de buenas prácticas de los que se beneficiaría toda la comunidad educativa.

5. Conclusiones

Al tratarse de un estudio de casos, los resultados no se pueden generalizar, circunscribiéndose al contexto de la investigación. Se necesitan, en consecuencia, investigaciones de mayor alcance para poder hacer generalizar las conclusiones. Aun así, considero que el estudio aporta muchas ideas para hacer frente al reto de promover un modelo de enseñanza que ayude al alumnado sordo a desarrollar una comprensión más coherente, flexible, sistemática y principalmente crítica de la ciencia. Por otra parte, a través de las percepciones de intérpretes y profesores, la investigación nos acerca a la situación real del alumnado sordo escolarizado en Galicia en el aula de ciencias.

Los resultados de las distintas investigaciones que hemos citado en este trabajo parecen destacar la argumentación como un elemento clave en el desarrollo cognoscitivo y lingüístico del alumnado sordo. Parece claro que escribir y leer para aprender ciencias desarrolla sus habilidades de comprensión lectora, y facilita el uso de estrategias metacognitivas que les permitan generar nuevas ideas sobre un tema.

La constante aparición de nuevos términos científicos y tecnológicos parece precisar del trabajo conjunto de personas sordas, profesores de ciencias, lingüistas de lenguas

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

de signos, intérpretes y especialistas en didáctica de las ciencias para desarrollar neologismos en lenguas de signos. Además, estas lenguas, por sus características viso-espaciales, constituyen una oportunidad didáctica en la enseñanza de las ciencias.

Los resultados parecen sugerir que el agrupamiento escolar del alumnado sordo puede ser beneficioso para estimular la argumentación en el aula de ciencias con estudiantes sordos y que la competencia lingüística en LSE favorece la aparición de patrones discursivos colaborativos en el discurso en el aula.

Respecto a las necesidades de intérpretes y profesores, ambos colectivos reclaman tiempos en común para atender a las necesidades del alumnado sordo y coinciden en priorizar los soportes visuales y en LSE en las aulas. Los intérpretes aluden a la dificultad en el signado de conceptos científicos complejos, la necesidad de aumentar el número de horas de formación inicial y una formación continua y específica en algunos campos. Las dificultades con que se encuentran los profesores en el aula de Ciencias con estudiantes sordos, atienden prioritariamente a las dificultades comunicativas y a las relacionadas con las habilidades lectoescritoras de los alumnos sordos. A los docentes les cuesta comunicarse con sus alumnos sordos, al no disponer de una lengua común y encuentran dificultosa la interpretación de los textos escritos de sus alumnos sordos, sobre todo en aquellos centros (la mayoría) que no tiene experiencia con este tipo de alumnado. Sin embargo, en las respuestas de los profesores con experiencia en este tipo de alumnado, las dificultades se encauzan hacia las dificultades comunicativas a la hora de explicarles fenómenos científicos que necesitan de mayor abstracción, a la sobre-interpretación de los enunciados de los ejercicios, y a la necesidad de tiempos extra para que el profesorado pueda elaborar resúmenes y estrategias de enseñanza adaptadas a sus necesidades.

En resumen, parece evidente que, si se eliminan las barreras lingüísticas en el aula con alumnado sordo, mejorarán sus habilidades argumentativas y se podría elevar el rendimiento académico en el ámbito científico-tecnológico.

Parece necesaria una reflexión profunda sobre la introducción de una lengua de signos estandarizada, en donde el proceso de normalización de neologismos científicos sea atendido por equipos multidisciplinares. Y que estos se aprovechen de la formación específica de profesores e intérpretes, así como de la modificación urgente en los programas escolares de metodologías didácticas y estrategias de enseñanza que favorezcan la enseñanza de las ciencias en el alumnado sordo.

Al mismo tiempo, repensar el aprendizaje de las ciencias en el alumnado sordo que dé solución a los siguientes interrogantes: ¿cómo afectan las características peculiares de

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

interacción social de la comunidad sorda en la construcción de significados personales? ¿puede un intérprete transmitir conceptos científicos alternativos cuando traduce un concepto científico dado por el profesor? ¿cómo debería ser el proceso de construcción de los neologismos científicos? ¿cómo afectan, en la construcción de significados, las características peculiares de la lengua de signos? ¿en qué medida puede influenciar en la comprensión de un término la fuerte conexión entre la forma del signo y el concepto que significa? Es esta una larga lista de interrogantes que podría desarrollar una nueva línea de investigación en Didáctica de las Ciencias con alumnado signante, cuyas implicaciones didácticas pudiesen incrementar la cultura científica y la presencia, casi anecdótica, de los estudiantes sordos en carreras técnicas y de ciencias.

Referencias

- Andrews, J. F., et al. (2006): *Bilingual Students-Deaf and Hearing- Learn about Science: Using Visual Strategies, Technology and Culture*. Disponible en: <https://goo.gl/fwxyzcn>
- Avramidis, E. y Norwich, B. (2002): “Mainstream teachers’ attitudes towards inclusion/integration: A review of the literature”. *European Journal of Special Needs Education*, 17(2): 129-147.
- Bagga-Gupta, S. (2000): “Visual language environments: Exploring everyday life and literacies in Swedish Deaf bilingual schools”. *Visual Anthropology Review*, 15(2): 95-120.
- Confederación Estatal de Personas Sordas (2003): *Glosario Nº 6 de LSE: Educación: Ciencias de la Naturaleza*, Madrid: CNSE.
- Confederación Estatal de Personas Sordas (2003): *Glosario Nº 9 de LSE: Educación: Física y Química*, Madrid: CNSE.
- De Toro, X. (2015): *E-learning en la Enseñanza Secundaria: Comportamientos, interacciones y actitudes de los alumnos de las Ciencias Naturales a través de las Nuevas Tecnologías*. Tesis de doctorado, A Coruña: Universidad de A Coruña.
- Driver, R., et al. (1994): “Constructing scientific knowledge in the classroom”. *Educational Research*, 23: 5-12.
- Duschl, R. A., et al. (Eds.) (2007): *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*, Washington DC: National Academies Press.
- Easterbrooks, S. R., et al. (2006): “Master teachers' responses to twenty literacy and science/mathematics practices in Deaf education”. *American Annals of the Deaf*, 151(4): 398-409.
- García-Mila, M. y Andersen, C. (2008): “Cognitive foundations of learning argumentation”. En Jiménez-Aleixandre, M. P. y Erduran, S. (eds.): *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*, pp. 29-43. Dordrecht: Springer.

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

- Grooms, C. (2015): *Interpreter Competencies in Science, Technology, Engineering, and Mathematics as Identified by Deaf Professionals*. Tesis de Máster, Oregon: Western Oregon University.
- Hagevik, R., et al. (2011): “Science - A missing element: Results of a time allocation study of elementary students who are deaf or hard of hearing”. Comunicación presentada en el *Annual meeting of American Educational Research Association*. New Orleans.
- Hogan, K., et al. (2000): “Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer teacher-guided discussions”. *Cognition and Instruction*, 17(4): 379-429.
- Jeanes, R. C., et al. (2000): “The pragmatic skills of profoundly deaf children”. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5(3): 237-247.
- Jones, L. (2014): “Developing Deaf Children's Conceptual Understanding and Scientific Argumentation Skills: A Literature Review”. *Deafness and Education International*, 16(3): 146-160.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010): *Diez ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*, Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1998): “Diseño Curricular: Indagación y Razonamiento con el Lenguaje de las Ciencias”. *Enseñanza de la Ciencias*, 16(2): 203-216.
- Lane-Outlaw, S. (2009): *A qualitative investigation of ASL/English bilingual instruction of deaf students in secondary science classrooms*. Tesis Doctoral, Washington, D.C.: Gallaudet University.
- Lang, H. G. y Albertini, J. A. (2001): “Construction of meaning in the authentic science writing of deaf students”. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 6: 258-284.
- Lang, H.G. y Pagliaro, C. (2007): “Factors predicting recall of mathematics terms by deaf students: Implications for teaching”. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12(4): 449-460.
- Lang, H. G., et al. (2007): “A Study of Technical Signs in Science: Implications for Lexical Database Development”. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12(1): 65-79
- Lemke, J. L. (1997): *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*, Barcelona: Paidós.
- Lima-Salles, H., et al. (2004): “Qualitative reasoning in the education of Deaf students: scientific education and acquisition of Portuguese as a second language”. En Forbus, K. y De Kleer, J. (eds): *Proceedings of the 18th International Workshop on Qualitative Reasoning (QR04)*, pp. 97-104. Illinois: Evaston.
- Marschark, M. y Hauser, P. C. (2008): *Deaf Cognition: Foundations and Outcomes*, New York: Oxford University Press.
- Marschark, M., et al. (2007): “Effects of cochlear implants on children's reading and academic achievement”. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12: 269-282.
- Marschark, M., et al. (2006): “Understanding communication among deaf students who sign and speak: A trivial pursuit?”. *American Annals of the Deaf*, 152: 415-424.
- Marschark M., et al. (2002): *Educating Deaf Student: From Research to Practice*, New York: Oxford University Press.

Vázquez Martínez, S. (2019): “¿De qué hablamos cuando “hablamos ciencias” en el aula inclusiva con alumnado sordo?”. *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES: Aspectos lingüísticos y de adquisición de las lenguas de signos*, Morales López, E. y Jarque Moyano, M. J. (eds.), 1: 269-288.

- Molander, B. O., *et al.* (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.
- Patalano, F. (2015): *Science Based Education for Students Who Are Deaf and/or Hard of Hearing*. Tesis Doctoral, Pennsylvania: Arcadia University.
- Pereira, M. M. (2010): *Avaliação do uso de modelos qualitativos como instrumento didático no ensino das ciencias para estudantes surdos e ouvintes*. Tesis de master, Brasilia: Universidade de Brasilia.
- Powell, D. (2013): “A case study of two sign language interpreters working in post-Secondary Education in New Zealand”. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 25(3): 1-8.
- Roald, I. y Mikalsen, O. (2001): “Configuration and dynamics of the Earth-Sun-Moon System: An investigation into conceptions of Deaf and Hearing pupils”. *International Journal of Science Education*, 23(4): 423-440.
- Sadler, T. D., *et al.* (2004): “Students conceptualisations of the nature of science in response to a socioscientific issue”. *International Journal of Science Education*, 26: 387-410.
- Sanmartí, N., *et al.* (1999): “Hablar y escribir: Una condición necesaria para aprender ciencias”. *Cuadernos de Pedagogía*, 281: 54-58.
- Santaolalla, G. (2010): *La competencia argumentativa en estudiantes sordos de educación secundaria obligatoria*. Tesis doctoral, Universidad de Salamanca.
- Sardá, A. y Sanmartí, N. (2000): “Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3): 405-422.
- Silvestre, N. (1991): “Las interacciones entre profesor y adolescente sordo profundo integrado en el aula regular con los oyentes”. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 11(3): 170-177.
- Solomon, J. (2003): “Home-school learning of science: The culture of homes and pupils’ difficult border-crossing”. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2): 219-233.
- Sutton, J. (1990): “Teaching Science to hearing impaired pupils”. *Deafness and Development*, 1: 3-4.
- Vázquez-Martínez, S. (2016): *Comunicación y aprendizaje de la ciencia en estudiantes Sordos: la materia y sus transformaciones*. Tesis Doctoral, Universidad Santiago de Compostela.
- Vázquez-Martínez, S. y García-Rodeja, I. (2005): “Signando juntos”. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2): 237-250.
- Wood, D. J. (1991): “Communication and cognition: How the communication styles of the hearing adults may hinder-rather than help-deaf learners”. *American Annals of the Deaf*, 136: 247-251.
- Yore, L. D. (2000): “Enhancing science literacy for all students with embedded reading instruction and writing-to-learn activities”. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5(1): 105-121.
- Zeidler, D. L. (1997): “The central role of fallacious thinking in science education”. *Science Education*, 81: 483-496.