Universidade de Santiago de Compostela
Facultade de Ciencias da Educación
Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais

“Comunicación y aprendizaje de la ciencia en estudiantes Sordos: la materia y sus transformaciones”

TESE DE DOUTORAMENTO

Autora: Susana Vázquez Martínez.
Directora: Isabel García-Rodeja Gayoso.
Santiago de Compostela, noviembre de 2015.

Universidade de Santiago de Compostela Facultade de Ciencias da Educación Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais

La doctora Isabel García-Rodeja Gayoso, profesor titular de Didáctica das Ciencias Experimentais de la Universidade de Santiago de Compostela

HACE CONSTAR:

Que el trabajo de investigación que se recoge en la memoria titulada: **Comunicación y aprendizaje de la ciencia en estudiantes Sordos: la materia y sus transformaciones** desarrollado dentro de los proyectos del Ministerio de Ciencia y Tecnología:

Diseño y evaluación de estrategias, tareas que favorecen el desarrollo de competencias científicas, prácticas epistémicas: transferencia de conocimiento, interpretación de pruebas, crítica de argumentos (código SEJ2006-15589- C02-01/EDUC).

El desarrollo de las competencias científicas: progresión de los componentes de la práctica y del metaconocimiento (código EDU2009-13890- C02-01) y del Ministerio de Economía y Competitividad: progresiones de aprendizaje en las competencias y prácticas científicas: contextualización de modelos, uso de pruebas e indagación científica (código EDU2012-38022-C02- 01),

Fue realizado bajo mi dirección por la licenciada Susana Vázquez Martínez en el Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais de la Universidade de Santiago de Compostela,

AUTORIZA su presentación como Tesis de Doctorado para la obtención del grado de doctora.

Santiago de Compostela, 9 de noviembre de 2015

Asdo Autora:
Susana Vázquez Martínez

Asdo Directora:
Isabel García-Rodeja Gayoso

A mi padre,

AGRADECIMIENTOS

A mi directora Isabel García-Rodeja. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta Tesis, sino también en mi formación como investigadora. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del trabajo que hemos realizado juntas, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna y certera participación. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta Tesis y su disponibilidad y paciencia que hizo que nuestras discusiones redundaran benéficamente tanto a nivel científico como personal.

A mis compañeras y compañeros del Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais, que siempre han mostrado su disposición a ayudarme.

A la Federación de Asociación de Xordos do País Galego, por poner a nuestra disposición todas las ayudas que necesitamos.

A Harry Lang, Carrasumada Serrano, Lola Valdemoro y Esperanza Morales por ayudarme a conocer en profundidad la educación de los estudiantes Sordos.

A Nancy Rourke, artista Sorda americana que generosamente nos ha autorizado a utilizar la imagen que acompaña a la portada de esta Tesis.

A los alumnos participantes por lo mucho que me han hecho aprender.

A mi "Gaiteiro de Abeleiras", compañero de vida y de proyectos, que además de acompañar con sus melodías la realización de esta Tesis, me ha ayudado a superar los momentos difíciles en el desarrollo de la investigación.

A mis hijos, Alejandro y Claudia, por prestarme todo su apoyo logístico y emocional.

A mi madre, por sus palabras de ánimo y por su apoyo.

A Rita Tavares por su ayuda en la traducción.

A Xacobo de Toro por compartir su experiencia y saber hacer en el diseño y elaboración del material multimedia, y por las dosis de ánimo.

A Cristina Rubio por su generosa aportación en la realización de las unidades multimedia y por facilitarnos el contacto con los intérpretes educativos.

A Álvaro Romero, antiguo alumno que puso a mi disposición su tiempo y saber hacer para rodar las grabaciones en las aulas.

A Dolores Vázquez, "mi otra V", compañera de alegrías y momentos difíciles por ayudarme en la maquetación de esta Tesis.

A Susi, a Puri, a Maca, Pedro, José Luis, Ana y Xullo, por sus disponibilidad y valiosas aportaciones y a todos los profesores, profesoras y directores de centros educativos que han participado en la experiencia.

A Alejandro Ouviña por su apoyo técnico y a Begoña Torreiro por su confianza en mí y su ánimo incondicional.

Y a todas las personas que con su saber, apoyo y generosidad han posibilitado la realización de esta Tesis.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

Resumen

Esta investigación pretende contribuir al conocimiento de la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo, concretamente, sobre fenómenos relacionados con la transformación de la materia. Se han analizado las percepciones de profesores e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias al colectivo de estudiantes Sordos, los modelos que utilizan para explicar la materia y sus transformaciones y los patrones de interacción de su discurso en el aula. Por último, se valora la implementación de materiales multimedia adaptados a las características de estos estudiantes. La toma de datos se realizó a través de cuestionarios y entrevistas personales a profesores e intérpretes educativos y en las experiencias de aula a través de cuestionarios basados en la estrategia POE (White, 1988), y grabaciones en audio y vídeo. Para el análisis de los modelos utilizados se establecieron categorías basadas en los estudios de Andersson (1990), Benarroch (2001) y Watson et al. (1997). Para analizar la progresión del aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones tuvimos en cuenta las categorizaciones de Hadenfeldt y Neumann (2014) y Liu y Lesniak (2005, 2006). El análisis de los patrones de interacción se desarrolló a partir del análisis de categorías basadas en la investigación de Hoganet al. (2000). Los resultados muestran que los modelos que utilizan para explicar las transformaciones de la materia son similares a los de los estudiantes oyentes en menor grado de sofisticación y que es necesario el correcto desarrollo de la competencia científica de los estudiantes Sordos a través de la instrucción escolar de los alumnos Sordos en entornos de aprendizaje que estimulen su participación en la construcción social del conocimiento en las aulas de ciencia. La progresión del aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones es similar a la de los alumnos oyentes pero su evolución es diferente, encontrando que en Secundaria los niveles alcanzados son inferiores a los de los alumnos oyentes. El hecho de «signar» juntos, durante las entrevistas en grupo, generó la progresión en los modelos. Los resultados también generan dudas sobre la inclusión escolar de alumnos Sordos que no tienen en cuenta el agrupamiento escolar y señalan 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 de los estudiantes, progresión del aprendizaje, transformación de la materia, enseñanza de las ciencias, comunicación, discurso.

Abstract

This research seeks to contribute to the study of the teaching of sciences to Deaf students, specifically of phenomena related to the transformation of matter. We have analysed the perceptions of teachers and educational interpreters about the teaching of sciences to a collective of Deaf students, the models used to explain matter and its transformations, and the patterns of speech interaction in class. Finally, we evaluate the implementation of multimedia material adapted to the characteristics of these students. Data was collected through questionnaires and personal interviews with teachers and educational interpreters, in classroom experiments through questionnaires based on the POE strategy (White, 1988), and video and audio recordings. In order to analyse the models used, we established categories based on the studies of Andersson (1990), Benarroch (2001) and Watson et al. (1997). In analysing the progression of learning about matter and its transformations we took into account the categorisations of Hadenfeldt and Neumann (2014) and Liu and Lesniak (2005, 2006). The analysis of patterns of interaction was developed from the analysis of categories based on the research of Hogan et al. (2000). The results show that the models used to explain matter transformation are similar to those of hearing students at a lower level of sophistication, and that it is necessary to accurately develop the scientific competence of Deaf students through school instruction in learning environments that stimulate their participation in the social construction of knowledge in science lessons. The progression of learning about matter and its transformations is similar to that of hearing students but its evolution is different, seeing as in High School the levels achieved are inferior to those of hearing students. The act of "signing" together, during group interviews, generated progression in the models. The results also cast doubts on the school inclusion of Deaf students that do not take into account the school grouping, and signal the need to build multidisciplinary working groups that cooperate in the normalisation of scientific neologisms and the design of material adapted to the characteristics of the collective of Deaf students.

Key words: deaf students, students' models, progression of learning, transformation of matter, communication, science education, discourse.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN 13

1.1. Planteamiento del problema 13

1.2. Objetivos, preguntas de investigación y relevancia del estudio 15

1.3. Metodología y diseño de la investigación. 18

1.4. Estructura de la Tesis doctoral 19

Capítulo 2. COMUNIDAD SORDA 25

2.1. Introducción 25

2.2. Contexto familiar y social 29

2.2.1. Contexto familiar 29

2.2.2. Interacción social y acceso a la información 31

2.3. Contexto lingüístico 32

2.3.1. Lenguas de Signos 33

2.3.2. Modalidades comunicativas 34

2.3.2.2. Español signado y bimodal 35

2.4. Contexto educativo 41

2.4.1. ¿Integración versus inclusión? 42

2.4.2. Legislación educativa 49

2.4.3. Bilingüismo versus monolingüismo 54

2.4.4. Contexto educativo del alumnado Sordo en Galicia 58

2.5. Intérpretes y profesores, dos piezas clave en la educación de alumnos Sordos 63

2.5.1. Intérpretes educativos 63

2.5.2 Percepciones de los profesores y profesoras sobre la inclusión de alumnado Sordo 66

Capítulo 3. MARCO TEÓRICO 67

3.1. Introducción 67

3.2. Evolución de distintas líneas de investigación en Didáctica de las Ciencias 68

3.3. Conceptos científicos, modelos y teorías utilizados por los estudiantes para explicar la materia y sus transformaciones 76

3.4 Comunicación y argumentación en el aula de ciencias 81

3.5 Investigación educativa sobre niños sordos relevante para la Enseñanza de las Ciencias 84

3.5.1. Uso de modelos en la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo 88
3.5.2. Lenguaje y argumentación en la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo 89
3.5.3. Indagación y enseñanzas de las ciencias con alumnado Sordo..... 95

Capítulo 4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 101
4.1. Introducción 101
4.2. Marco metodológico. Consideraciones generales..... 101
4.2.1. ¿Por qué una investigación cualitativa?..... 102
4.2.2. Estrategia de indagación utilizada en este estudio..... 103
4.3. Diseño metodológico de la investigación 105
4.3.1. Fase I: Análisis descriptivo de las dificultades específicas de los alumnos Sordos en el aula de ciencias y de sus profesores e intérpretes 106
4.3.2 Fase II: Estudios de caso EC2 y EC3 113
4.4. Fiabilidad y validez del estudio 120
4.5. Consideraciones éticas..... 123

Capítulo 5: CUESTIONARIOS Y ENTREVISTAS SOBRE LAS PERCEPCIONES DE LOS PROFESORES E INTÉRPRETES EDUCATIVOS SOBRE LA EDUCACIÓN E INTERPRETACIÓN EN EL AULA DE CIENCIAS INCLUSIVA CON ALUMNADO SORDO EN GALICIA 127
5.1. Introducción 127
5.2. Investigación sobre la percepción de los profesores de ciencias con alumnos Sordos y sus implicaciones 129
5.3. Investigación sobre la percepción de los intérpretes educativos y sus implicaciones 134
5.4. Objetivo..... 139
5.5. Metodología 139
5.5.1. Fases de diseño de los cuestionarios..... 141
5.6. Parte A: Percepciones y necesidades del profesorado que imparte ciencias a alumnado Sordo 147
5.6.1. Contexto..... 147
5.6.2. Criterios de selección de los profesores participantes 148

5.6.3. Participantes 148
5.6.4. Toma de datos y validación de la toma de datos 150
5.6.5. Herramientas de análisis 151
5.7. PARTE B: Percepciones y necesidades de los intérpretes educativos acerca de la interpretación en las aulas de Ciencias 169
5.7.1. Contexto 170
5.7.2. Criterios de selección de los participantes 172
5.7.3. Participantes 172
5.7.4. Toma de datos 173
5.7.5. Procedimiento de validación y toma de datos 174
5.7.6. Herramientas de análisis 175
5.7.7. Resultados 177

Capítulo 6. MODELOS UTILIZADOS POR LOS ALUMNOS SORDOS PARA INTERPRETAR CUESTIONES RELACIONADAS CON LA TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA Y LA PROGRESIÓN DE ESTOS MODELOS 185
6.1. Introducción 185
6.2. Marco Teórico 186
6.2.1. Progresión de la comprensión de la materia y sus transformaciones 188
6.2.2. Características de los modelos utilizados por los alumnos para explicar la transformación de la materia 193
Modelos y características de las explicaciones sobre el fenómeno de combustión 210
Características de las explicaciones de los fenómenos de descomposición de la materia 215
6.3. Objetivo y preguntas de investigación 218
6.4. Metodología general 218
6.4.1. Selección de los centros y alumnado participante 218
6.4.2. Selección del tema y del nivel educativo en el que desarrollamos el estudio de caso 219
6.4.3. Relación con el currículo. 219
6.4.4. Toma de datos y validación de la toma de datos. 221
6.5. Estudio de caso 1: Centro piloto 224

6.5.1. Contexto 225
6.5.2. Participantes 226
6.5.3. Toma de datos y validación en el Centro Piloto 228
6.5.4. Descripción de la experiencia y del modelo científico en que se fundamenta 229
6.5.6. Herramientas de análisis 231
6.5.7. Análisis de los datos 233
6.5.8. Resultados y discusión 233
6.6. Estudio de Caso 2 : 6º de Educación Primaria 252
6.6.1. Contexto 253
6.6.2 Participantes 255
6.6.3. Toma de datos y validación de la toma de datos 258
6.6.4. Descripción de la experiencia 260
6.6.5. Análisis de datos 266
6.6.6 Resultados y discusión 267
6.7 Experiencia C: Estudio de Caso 3 en 2º de ESO 300
6.7.1. Objetivo 300
6.7.2. Contexto 300
6.7.3. Descripción de la experiencia 302
6.7.4. Validación y recogida de datos 303
6.7.5. Herramientas de análisis 304
6.7.6. Resultados y conclusiones. 304
6.9 Discusión general 316

Capítulo 7. ANÁLISIS DEL DISCURSO ENTRE ESTUDIANTES SORDOS A LA HORA DE INTERPRETAR CUESTIONES RELACIONADAS CON LA TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA 321

7.1. Introducción 321
7.2. Objetivo 324
7.3. Metodología 325
7. 3. 1. Contexto 325
7.3.1. Participantes 326
7.3.3. Toma de datos 326

7.4. Herramientas de análisis del discurso....327
7.4.1. Macrocódigos....328
7.4.2. Microcódigos....328
7.4.3. Mapas de discurso....330
7.4.4. Patrones y secuencias de interacción....331
7.4.5. Mapas conceptuales proposicionales....333
7.5. Resultados del análisis de las interacciones en el EC1: Centro Piloto....333
7.5.1. Macrocódigos....334
7.5.2. Microcódigos....337
7.5.3. Patrones de interacción y grado de participación....342
7.5.4. Complejidad del razonamiento....344
7.5.4. Mapas Conceptuales Proposicionales....344
7.6. Resultados del análisis de las interacciones en el EC2: Primaria....346
7.6.1. Macrocódigos....346
7.6.2. Microcódigos....347
7.6.3. Patrones de interacción....347
7.6.3. Complejidad del razonamiento y participación....348
7.7. Resultados del análisis de las interacciones en el EC3: 2º ESO....348
7.7.1. Macrocódigos....349
7.7.2. Microcódigos....349
7.7.3. Patrones de interacción....349
7.7.4. Complejidad del razonamiento y grado de participación....349
7.8. Discusión general....350

Capítulo 8. ELABORACIÓN DEL MATERIAL MULTIMEDIA Y REFLEXIÓN SOBRE SU IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA....353
8.1. Introducción....353
8.1.1. Aprendizaje de las ciencias y TIC en alumnado Sordo....355
8.1.2. Aprendizaje de las ciencias, información visual, organizadores gráficos y uso de simulaciones....356
8.2. Objetivo....360
8.3. Diseño y elaboración del material....360
8.3.1. Elaboración de los materiales didácticos....361

8.3.3. Rodaje/producción 372
8.3.4. Postproducción 372
8.4. Metodología 374
8.4.1. Contexto 374
8.4.2. Participantes 375
8.4.3. Recogida de datos 375
8.5. Resultados y discusión 376
8.5.1 Percepción y preferencias del alumnado Sordo sobre la utilización de los materiales de hipervídeo desarrollados para esta investigación 376
5.1. Percepción y preferencias de los profesores con alumnado Sordo sobre la utilidad y potencialidad de los recursos de hipervídeo. 380

Capítulo 9. DISCUSIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS Y LIMITACIONES DE ESTE ESTUDIO 383
9.1. Introducción 383
9.1.1 Aportaciones de la prueba piloto a la Fase II de la investigación 383
9.2.Conocer la realidad del aula de ciencias a través de las percepciones de los profesores e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo 384
9.2.1 Percepciones de los profesores 385
9.2.2. Percepciones de los intérpretes educativos 389
9.3. Conocer los modelos que utilizan los estudiantes sordos para explicar la transformación de la materia, los niveles de progresión de su aprendizaje y si son similares a los utilizados por los alumnos oyentes 392
9.3.1.Explicaciones de los estudiantes Sordos sobre los cambios de estado del agua 393
9.3.2. Explicaciones de los estudiantes Sordos sobre la combustión de una vela .. 394
9.3.3.Explicaciones de los estudiantes Sordos sobre la descomposición térmica del azúcar 395
9.3.4.Explicaciones de los estudiantes Sordos sobre la descomposición de un animal en el bosque 395
9.3.5. Algunas reflexiones 397

9.4. Conocer los patrones de interacción utilizados por los alumnos Sordos cuando explican la transformación de la materia y su relación con el ambiente de aprendizaje derivado de las distintas modalidades de escolarización 398
9.5. Conocer las prioridades de los alumnos Sordos y sus profesores a la hora de diseñar materiales multimedia para el aula de ciencias 401
9.6.Limitaciones de este estudio.....403

Capítulo 10. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS 405
10.1. Introducción.....405
10.2. Implicaciones didácticas.....408

Referencias bibliográficas.....413

Anexos 463

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Este estudio aborda el análisis de la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo. En primer lugar, se analizan las percepciones de profesores e intérpretes acerca de la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo en Galicia. En segundo lugar, se estudian las características de modelización y argumentación que utilizan los estudiantes Sordos para explicar la materia y sus transformaciones, y el tipo de interacciones que se producen en el aula al realizar actividades sobre esta temática en las diferentes modalidades de escolarización. Por último, se elaboran, diseñan e implementan secuencias didácticas con materiales multimedia que atienden a las necesidades del alumnado Sordo.

1.1. Planteamiento del problema

La afirmación “La Ciencia en la escuela debe servir a todos los estudiantes" es la base de la inclusión educativa, e implica establecer oportunidades que respondan a las diversas necesidades de aprendizaje de todos los estudiantes con el fin de mejorar la adquisición de habilidades científicas, conocimientos, actitudes y promover su interés por la ciencia (Sears y Sorensen, 2000).

En otros países desde el área de Didáctica de las Ciencias se han desarrollado investigaciones sobre la construcción del conocimiento científico de los estudiantes Sordos, pero no existen o son muy escasas, las investigaciones en Didáctica de las Ciencias en España, donde los estudios se han enfocado, mayoritariamente, hacia otras áreas como la psicología, lingüística o las matemáticas. Sin embargo, para una plena integración social, la Comunidad Sorda necesita de una cultura científica que les permita, entre otras cosas, entender y participar de forma crítica en cuestiones públicas que tienen una dimensión científica. La enseñanza de

las ciencias debe asegurar este conocimiento sobre las ciencias y desde las ciencias, que aumenten la comprensión del contexto que nos rodea y tenga en cuenta las cuestiones sociales, éticas y económicas de las disciplinas científicas (Mendibela, P., 2007; Ogborn, Kress y Martin, 1998).

Es necesario, por tanto, identificar las dificultades más importantes de las y los estudiantes Sordos en el aula de Ciencias como un primer paso en la tarea de diseñar situaciones y experiencias curriculares más adecuadas para estos estudiantes que permitan adaptar la labor académica a las características particulares de la población Sorda escolarizada.

Se puede argumentar que el aprendizaje científico no es una prioridad para los estudiantes Sordos, frente al desarrollo de la competencia comunicativa y lingüística. Sin embargo, la revisión de la literatura destaca que el desarrollo de la competencia científica en los estudiantes Sordos favorece, no solo su plena participación como futuros ciudadanos del S.XXI, sino que contribuye muy positivamente en el desarrollo del lenguaje y del pensamiento crítico, a través de los procesos de argumentación e indagación en el aula (Lang y Albertini, 2001; Marshack, Covertino y LaRock, 2006).

Este planteamiento nos llevan a una reflexión sobre la necesidad de diseñar situaciones de aprendizaje específicas acorde con las peculiaridades de los estudiantes Sordos y el desarrollo de investigaciones que respondan a algunos interrogantes: ¿Cómo construyen significados a través de la experiencia? ¿Qué significados construyen? ¿Cómo afectan, en la construcción de significados, las características peculiares de la lengua de signos? ¿Cómo afectan las características peculiares de interacción social en la construcción de significados personales? ¿En qué medida los conocimientos que surgen del área de didáctica de las ciencias son aplicables a este colectivo? [1]

1 A lo largo de este estudio, el término 'Sordo' se utilizará desde un punto de vista sociolingüístico y cultural, independientemente del grado de pérdida de audición.

1.2. Objetivos, preguntas de investigación y relevancia del estudio

El objetivo principal de este estudio es comprender las características de construcción del conocimiento de los estudiantes Sordos a través de sus intervenciones a la hora de interpretar fenómenos relacionados con la materia y su transformación. Las características de la construcción del conocimiento se examinan a través del análisis de tres cuestiones:

1. La percepción de profesores e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo en la escuela inclusiva.
2. Los modelos que utilizan para explicar la transformación de la materia y su similitud con los que utilizan el alumnado oyente, así como la comparación entre los niveles de progresión del aprendizaje.
3. Los patrones de interacción que utilizan a la hora de interpretar fenómenos relacionados con la transformación de la materia y su posible relación con los distintos ambientes de aprendizaje derivados de las distintas modalidades de escolarización.

Al tratarse de un área de investigación novedosa en nuestro país, inicialmente se desarrolló un estudio piloto y un análisis de la percepción de profesores e intérpretes sobre su labor en las aulas de ciencias, cuyos resultados fueron utilizados para diseñar experiencias de aula que trasladamos a centros educativos con distintas modalidades de educación con el alumnado Sordo. Se llevaron a cabo tres estudios de caso en las aulas y se diseñó y elaboró un material multimedia experimental que se adaptase a las características del alumnado Sordo.

Se destaca la importancia de la investigación en seis aspectos:

1. Introduce una nueva línea de investigación en la enseñanza de las ciencias en nuestro país, a través de la publicación de una primera revisión de la literatura sobre este tema.
2. Da a conocer una serie de buenas prácticas en la enseñanza en el aula de ciencias que se adapten a las características del alumnado Sordo y puedan ser de utilidad para el profesorado del aula inclusiva.
3. Intenta describir el "estado del arte" de las aulas de ciencias en los centros educativos con alumnado Sordo en inclusión educativa en Galicia, a partir de las percepciones de dos los agentes más importantes en la educación de los niños Sordos, los profesores y los intérpretes educativos. Creemos que esta información puede ser el punto de partida

para avanzar hacia prácticas inclusivas que proporcionen una respuesta educativa acorde a las necesidades del colectivo de estudiantes Sordos.

4. Examina la comprensión del alumnado Sordo sobre determinados fenómenos relacionados con la transformación de la materia a través del conocimiento de los modelos que utilizan para explicar las transformaciones de la materia que permitan desarrollar propuestas didácticas adaptadas a sus características.
5. Explora los patrones de interacción que utilizan en sus intervenciones en distintas modalidades de escolarización, para posibilitar la generación de entornos de aprendizaje que estimulen y fomenten la participación de "todos" los alumnos.
6. Da a conocer las preferencias de los alumnos Sordos y sus profesores a la hora de diseñar materiales didácticos y evaluar su posible utilidad para atender a las necesidades del aula inclusiva y, en especial, a las características comunicativas del alumnado Sordo.

De este análisis se derivan las preguntas de investigación y los cuatro objetivos de esta Tesis.

Pregunta 1: ¿Cuál es la percepción de los profesores de ciencias e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo?

Pregunta 2: ¿Qué retos plantea la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo en las aulas gallegas?

Pregunta 3: ¿Qué necesidades plantea la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo en las aulas gallegas?

A partir de estas preguntas se definió el Objetivo 1 de la investigación:

Conocer la realidad del aula de ciencias a través de las percepciones de los profesores e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo.

Pregunta 4: ¿Qué modelos utilizan los estudiantes Sordos para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia?

Pregunta 5: ¿Los modelos utilizados por el alumnado Sordo para explicar la materia y sus transformaciones, debido a sus características singulares son similares a los utilizados por los alumnos oyentes?

Pregunta 6: ¿Se corresponden las progresiones de aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones con las que se describe en la literatura para los alumnos oyentes?

Las preguntas 4, 5 y 6 definen el Objetivo 2 de esta investigación:

Conocer los modelos que utilizan los estudiantes Sordos para explicar la transformación de la materia, los niveles de progresión de su aprendizaje y si son similares a los utilizados por los alumnos oyentes.

Con la intención de explorar las características de los patrones de interacción utilizados por los alumnos Sordos nos planteamos las siguientes preguntas:

Pregunta 7: ¿Qué tipo de patrones de interacción utiliza el alumnado Sordo a la hora de conversar sobre fenómenos relacionados con la transformación de la materia?

Pregunta 8: ¿Qué tipo de ambiente de aprendizaje, derivado de las distintas modalidades educativas, favorece el uso patrones de interacción que dé oportunidades desarrollar estrategias de razonamiento en los estudiantes Sordos?

De estas preguntas se deriva el Objetivo 3 de esta investigación:

Conocer los patrones de interacción utilizados por los alumnos Sordos cuando explican la transformación de la materia y su relación con el ambiente de aprendizaje derivado de las distintas modalidades de escolarización.

Por último, y ya que nuestra intención era elaborar un material multimedia que se adaptase a las características de los estudiantes Sordos y fuese útil para los profesores del aula inclusiva, nos planteamos las preguntas 9 y 10:

Pregunta 9: ¿Cuál es la percepción del alumnado Sordo sobre la utilidad de los materiales de hipervídeo desarrollados para esta investigación y cuáles son sus preferencias a la hora de utilizar dichos materiales?

Pregunta 10: ¿Se trata de un material útil para el profesor en el aula de ciencias inclusiva?

Estas preguntas definen el Objetivo 4 de esta investigación:

Conocer las demandas de los alumnos Sordos y sus profesores a la hora de diseñar materiales multimedia para el aula de ciencias.

1.3. Metodología y diseño de la investigación.

Teniendo en cuenta las preguntas de la investigación y los objetivos que de ellas se derivan, la perspectiva de investigación escogida para esta Tesis ha sido la metodología cualitativa en la que se ha seguido una estrategia de indagación basada en el estudio de casos múltiples.

La investigación se ha estructurado en dos fases principales. Una primera fase en la que, por lo novedoso de la investigación, se lleva a cabo un análisis exploratorio de características específicas de los estudiantes Sordos en el contexto de aula a partir de una experiencia piloto en un centro educativo y del análisis de las percepciones de los profesores e intérpretes sobre la enseñanza de las ciencias a este colectivo de estudiantes.

Los resultados obtenidos en esta fase nos permitieron abordar con confianza una segunda fase en la que se analizan los modelos y el análisis del discurso de tres grupos de estudiantes Sordos en distintas modalidades de escolarización, a través de tres estudios de caso. El estudio de caso realizado en el centro piloto se integró en el estudio de casos múltiples desarrollado en esta investigación.

En la Figura 1-1 se muestra el diseño general de la investigación.

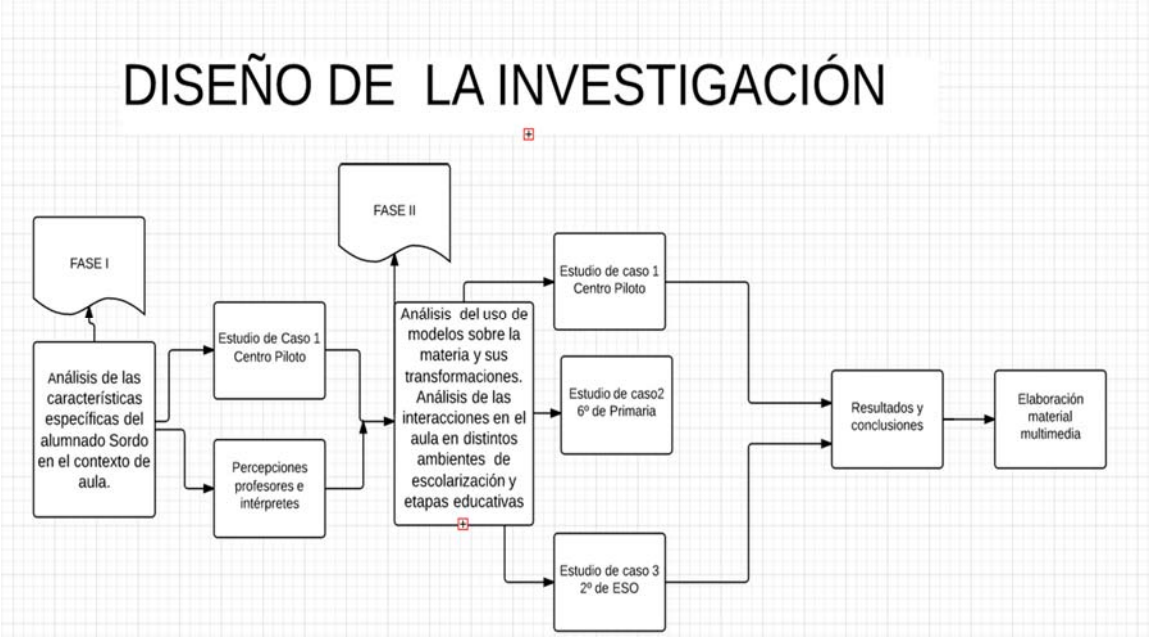


Figura 1-1: Diseño general de la investigación

1.4. Estructura de la Tesis doctoral

La redacción de esta Tesis doctoral se estructura en tres partes y diez capítulos (ver Figura 1-2), organizados temáticamente tal y como se detalla a continuación:

La Parte I, Fundamentación, comprende tres capítulos.

El Capítulo 1, "*Introducción*", presenta los antecedentes, los objetivos y preguntas de investigación y la importancia de esta investigación.

El Capítulo 2, "*Comunidad Sorda*", tiene como objetivo describir el contexto social y familiar, el contexto lingüístico y el contexto educativo de las Personas Sordas. Por último se hace una revisión de algunas de las estrategias y recursos en la enseñanza de las ciencias que la literatura señala como relevantes para garantizar el acceso a la información y para el desarrollo de la competencia científica y lingüístico-comunicativa (OCDE, 2006) de este colectivo de estudiantes.

El Capítulo 3, "*Marco Teórico*", incluye cuatro apartados que abordan los cuatro campos de estudio de la investigación. Se describe la evolución de diferentes líneas de investigación

dentro de la Didáctica de las Ciencias haciendo especial hincapié en aquellas que se han utilizado como marco teórico para este trabajo, en particular el uso de modelos, la naturaleza de las interacciones entre grupos de alumnos Sordos, y la percepción del profesorado y de los intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo. En esta descripción se revisan con especial atención los trabajos sobre los modelos utilizados por los alumnos para explicar los cambios de estado, la combustión y la descomposición térmica, los dos últimos relacionados con el proyecto AcAb (García-Rodeja, Lorenzo, Domínguez y Díaz, 1987).

La Parte II es el *Estudio Empírico*. En ella se incluyen los capítulos 4, 5, 6,7 y 8.

El Capítulo 4, "*Metodología de la investigación"* describe la metodología investigadora utilizada en la investigación e incluye tres apartados donde se explica de forma genérica: el marco metodológico, el diseño de la investigación, el contexto, los participantes y la toma de datos. Más adelante, en cada uno de los capítulos correspondientes a cada estudio de caso, se profundiza en la metodología de cada caso particular.

El Capítulo 5, "*Percepción de profesores e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo en Galicia"* responde a las preguntas de investigación 1, 2 y 3 que surgen del primer objetivo de esta Tesis. Después de una revisión sobre algunas investigaciones sobre la percepción de profesores e intérpretes educativos, se describen las pautas metodológicas y se analizan los resultados obtenidos durante la fase experimental.

Los resultados obtenidos proceden de los datos del Cuestionario General de Centros que se envío a los centros educativos de Galicia, el Cuestionario Personal a Profesores, la Entrevista a Profesores y el Cuestionario Personal a Intérpretes, y la Entrevista a Intérpretes que realizaron un grupo de intérpretes educativos.

El Capítulo 6, "*Modelos utilizados por el alumnado Sordo para explicar la transformación de la materia y la progresión de su aprendizaje"* intenta dar respuesta a las preguntas de investigación 4, 5 y 6 correspondientes al Objetivo 2 del estudio. En primer lugar, se hace una descripción en profundidad de las investigaciones sobre las ideas alternativas de la materia y sus transformaciones (cambios físicos y cambios químicos) y de los estudios sobre el uso de modelos y los niveles de progresión del aprendizaje a la hora de explicar la materia y sus

transformaciones. En segundo lugar, se analizan los modelos utilizados por los estudiantes en las explicaciones sobre la materia y sus transformaciones en los tres estudios de caso que se describen en este capítulo,

1. Estudio de Caso 1 (EC1): Centro piloto.
2. Estudio de Caso 2 (EC2): Con dos grupos de alumnos Sordos de 6º de educación Primaria.
3. Estudio de Caso 3 (EC3): Con un grupo de alumnos Sordos de 2º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

A continuación, se hace una pequeña introducción y una revisión de la literatura sobre el uso de modelos en el alumnado Sordo, se exponen los objetivos y preguntas de investigación específicas para este apartado, se describe la metodología, las experiencias y se discuten los resultados obtenidos.

El Capítulo 7, "*Análisis de las conversaciones entre estudiantes Sordos a la hora de interpretar cuestiones relacionadas con la transformación de la materia*" está dedicado al análisis de las interacciones entre grupos de alumnos Sordos y entre grupos de alumnos Sordos y oyentes, en referencia al tercer Objetivo de la investigación para intentar responder a las preguntas de investigación 7 y 8 de esta Tesis. Se analizan los patrones de interacción del discurso generado en las experiencias en base a cuatro de las etapas sugeridas por Hogan (2000). En primer lugar, se hace una revisión de las investigaciones sobre el análisis del discurso con alumnado Sordo, en segundo lugar se describen los objetivos particulares del capítulo y, a continuación, se describen las experiencias y se discuten los resultados parciales obtenidos en esta parte del estudio.

En el Capítulo 8**,** "*Diseño, producción e implementación de material multimedia adaptado a las características del alumnado sordo*", se especifica el diseño, producción e implementación del material didáctico multimedia desarrollado para esta investigación y se analizan los resultados de la encuesta sobre las percepciones de los estudiantes Sordos y sus profesores sobre su potencialidad didáctica.

En la Parte III se muestra la discusión general, las limitaciones del estudio y las conclusiones e implicaciones didácticas, además de plantear futuras líneas de investigación.

En el Capítulo 9, *"Discusión general"* se discute el análisis de los resultados obtenidos y se reflexiona sobre las limitaciones de este estudio.

Por último, el Capítulo 10, *"Conclusiones e implicaciones didácticas"*, aborda las conclusiones principales que se derivan es este estudio y sus implicaciones didácticas para desarrollar ambientes de aprendizaje en enseñanza de las ciencias adaptados a las características del alumnado Sordo. En él se plantean líneas futuras de investigación.

Para finalizar, se detallan las referencias bibliográficas que ha servido como marco de referencia en esta investigación.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

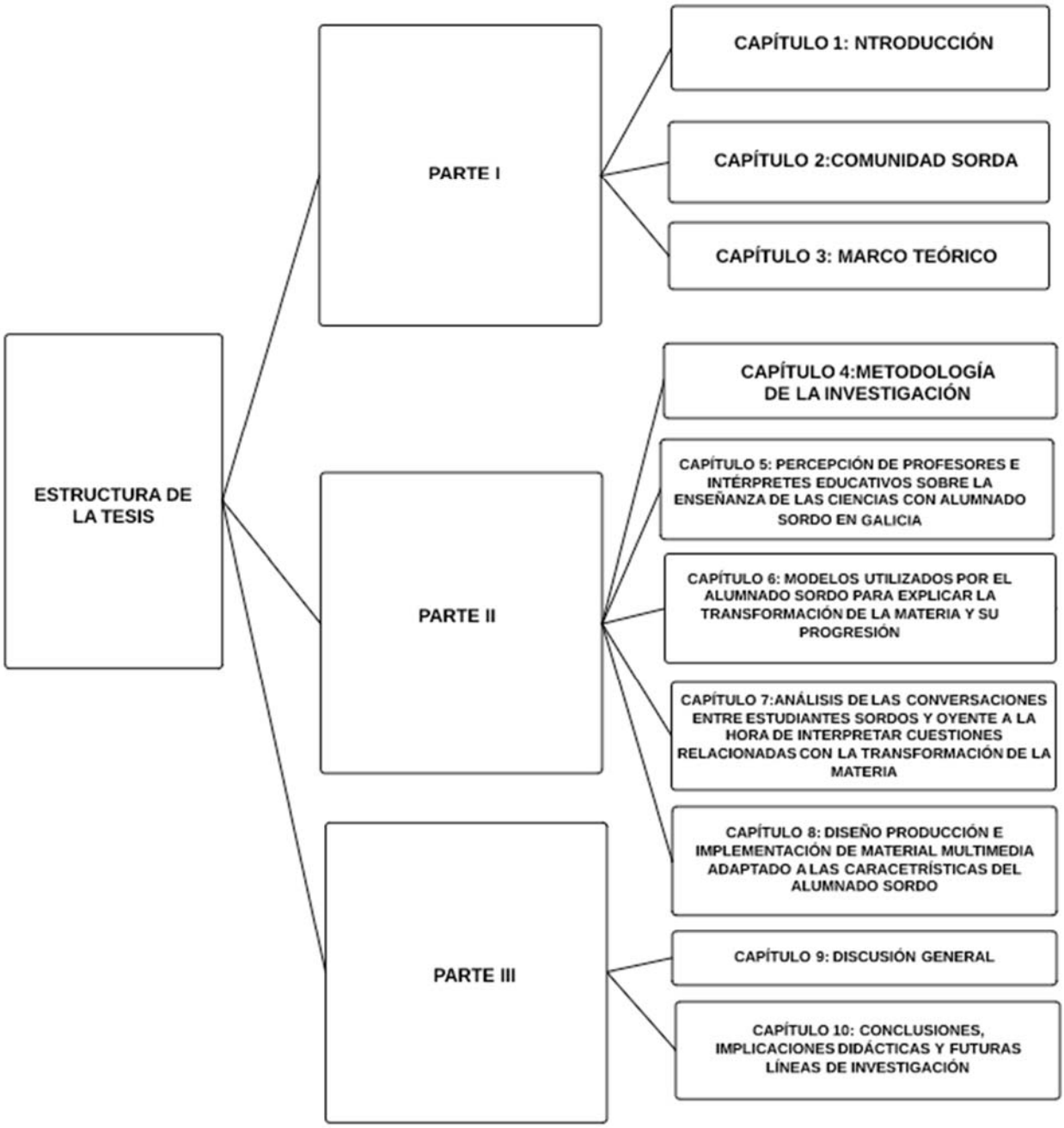


Figura 1-2: Organización de la Tesis

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

Capítulo 2. COMUNIDAD SORDA

2.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es contextualizar la investigación en curso, dando a conocer algunas de las características más relevantes de la Comunidad Escolar Sorda, desde un enfoque socio-lingüístico-cultural y a partir de una revisión teórica de las investigaciones relevantes para este estudio.

Una gran parte de los estudios sobre personas Sordas se centran, exclusivamente, en los aspectos patológicos de la deficiencia auditiva. Así, se acostumbraba a clasificar a los niños Sordos en función de variables como la edad de inicio de la sordera, el grado de pérdida auditiva, la localización de la lesión o el momento del diagnóstico; sin embargo, en la actualidad, se priorizan otros os aspectos ligados a características relacionadas con aspectos sociolingüísticos y culturales. Esto supone tratar a la persona Sorda no como un colectivo caracterizado por una patología, sino como un colectivo con una serie de características comunes que la Confederación Nacional de Sordos de España (CNSE) define como:

- Minoría lingüística y sociocultural que utiliza la Lengua de Signos Española (LSE) como elemento de cohesión del grupo.
- Identidad como grupo a través de una cultura visual común y una serie de valores compartidos, con una historia, costumbres y producciones culturales en su propia lengua.

Hasta hoy, la única referencia sobre población Sorda en España la aporta la Encuesta del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2000) y la última "Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía personal y Situaciones de Dependencia (INEE, 2008).

Tabla 2-1: Personas de seis o más años con discapacidad según el grupo de discapacidad. Fuente: "Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía Personal y Situaciones de Dependencia" (INE, 2008)

Tipo de discapacidades (Personas de 6 y más años con discapacidad)		
	Tasas por mil habitantes	
	Varones	**Mujeres**
Total	72,6	106,3
Movilidad	42,6	77,5
Vida doméstica	29,5	69,2
Autocuidado	31,3	55,3
Audición	21,9	28,4
Visión	17,8	28,4
Comunicación	16,3	18,6
Aprendizaje y aplicación de conocimientos y desarrollo de tareas	12,7	17,1
Interacciones y relaciones personales	14,0	15,4

En la Tabla 2-1 se describen las tasas por mil habitantes según el tipo de discapacidades. En el grupo de discapacidad auditiva según el informe INE (1999) un 1,3% padecen sordera prelocutiva - pérdida auditiva anterior a la adquisición de un lenguaje -, un 2,6% son Sordos poslocutivos - pérdida auditiva posterior a la adquisición de lenguaje -, y un 84,2% del total de las personas con sordera como única discapacidad padecen "mala audición"; las restantes aparecen clasificadas en la encuesta como personas con problemas de equilibrio.

Respecto a la modalidad comunicativa, la Encuesta sobre Discapacidades, Autonomía personal y situaciones de Dependencia del INE (2008), contempló que 13.274 personas de seis o más años de edad, con discapacidades de audición utilizan la lengua de signos.

Muchos de estos datos no se han cuantificado para Galicia.

No existen, sin embargo, datos oficiales, ni tampoco investigaciones generales en España, respecto a los grados de sordera, sistema de comunicación utilizado, apoyos pedagógicos recibidos, metodologías de rehabilitación utilizadas o aprovechamiento de distintos sistemas de amplificación, factores determinantes en educación.

Por iniciativa de la Confederación Española de Familias de Personas Sordas (FIAPAS), entre los años 2004-2005 se desarrollaron dos estudios sociológicos que pueden ayudarnos a conocer la realidad de las personas con discapacidad auditiva y sus familias. La Figura 2-1 muestra algunos de los datos que nos parecen relevantes para contextualizar esta investigación como son el diagnóstico y la atención temprana, el tipo de prótesis auditiva y los procesos de rehabilitación, el sistema de comunicación, y el entorno familiar.

- **Diagnóstico y Atención Temprana**
  - En los menores de 18 años, el 61,8% de los niños entre 0 y 3 años fueron diagnosticados durante su primer año de vida y casi el 30% restante antes de los dos años, el 70,7% de los adolescentes (13-18 años) fueron diagnosticados entre el primer y tercer año de vida.
  - En los mayores de 20 años, solo el 31,3% de los casos con sorderas prelocutivas comenzó a utilizar prótesis auditivas antes de los tres años de vida y solo el 21% inició la rehabilitación logopédica antes de los 3 años de edad.
- **Uso de Prótesis Auditiva**
  - En los menores de 18 años, el 100% utiliza prótesis.
  - El 57% audífonos y más del 42% implante coclear.
  - Entre los mayores de 20 años, solo el 68’4% usa prótesis.
  - De ellos, el 86’6% audífonos y el 9% implante coclear
- **(Re)Habilitación**
  - En los menores de 18 años, más del 95’7% ha recibido atención logopédica.
  - En los mayores de 20 años, ha recibido atención logopédica el 66’6%.
- **Sistema de Comunicación**
  - En los menores de 18 años, el 89’6% se comunica en lengua oral y el 9’4% lo hace en lengua de signos.
  - En los mayores de 20 años, el 63% se comunica en lengua oral, el 29% utiliza sistemas combinados (lengua oral, sistemas de apoyo a la comunicación oral, lengua de signos) y el 8% lengua de signos.
- **Tipos de familias**

- El 95% de los niños y niñas sordos nacen en el seno de familias cuyos padres son oyentes.

Figura 2-1: Algunos datos sobre las características de los niños Sordos y sus familias.
Fuente: Estudio sobre Necesidades, Demandas y Expectativas de las Familias de niños y jóvenes con discapacidad auditiva, menores de 18 años (FIAPAS, 2005).

La casi totalidad de los Sordos prelocutivos adultos en el Estado Español, asistieron a centros educativos específicos o no recibieron ninguna formación, se comunican habitualmente en lengua de signos y se encuentran asociados en 15 Federaciones autonómicas de Sordos coordinadas en la Confederación Estatal de Personas Sordas (CNSE).

Para facilitar la lectura de este capítulo, lo hemos dividido en cuatro apartados:

1. En primer lugar, se trata el contexto familiar y social de las Personas Sordas, teniendo en cuenta las características del sujeto y del entorno sociolingüístico que lo rodea, y de las consecuencias que de él se derivan para el desarrollo personal de los alumnos Sordos.
2. En segundo lugar, se describe el contexto lingüístico atendiendo a los distintos tipos de comunicación en el aula, con especial interés en la lengua de signos y citamos, brevemente, otras formas de comunicación en el aula.
3. En tercer lugar, se analiza el contexto educativo de los alumnos Sordos, señalando las diferentes modalidades de educación que han surgido como aplicación de las distintas políticas educativas, y teniendo en cuenta el proyecto educativo y lingüístico del centro escolar.
4. Por último, dada la importancia de la labor de los profesores e intérpretes educativos en el contexto educativo de los estudiantes Sordos, se describen algunas investigaciones que nos pueden ayudar a entender el papel primordial de estos dos agentes en la educación de los alumnos Sordos. En el Capítulo 5 de esta Tesis se profundiza en este tema.

La Figura 2-2 describe gráficamente la estructura de este capítulo.

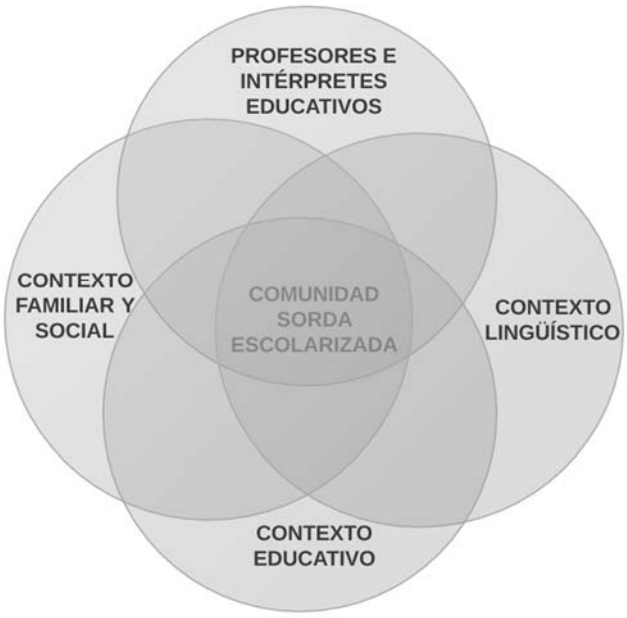


Figura 2-2: Contexto de la Comunidad Sorda escolarizada en Educación Infantil, Primaria y ESO

2.2. Contexto familiar y social

En este epígrafe trataremos, en primer lugar, el contexto familiar de los niños Sordos y el acceso a la información y otros aspectos relacionados con la interacción social de las Personas Sordas que nos ayuden a contextualizar este estudio.

2.2.1. Contexto familiar

En el caso de un niño Sordo, el entorno familiar constituye un aspecto clave en su evolución y desarrollo, al actuar como plataforma de comunicación y decodificación de la realidad que le rodea, ofreciéndole oportunidades para desarrollar habilidades y competencias personales y sociales, a través de distintos estímulos.

El entorno comunicativo de los niños Sordos durante sus primeros años es muy heterogéneo. Unos pocos reciben una combinación simultánea de signos y lenguaje oral, y un

número muy reducido de niños Sordos con padres Sordos adquieren como primer lenguaje la lengua de signos. Consecuentemente, no todos los niños Sordos tienen un acceso temprano a un lenguaje ni están inmersos en un entorno comunicativo homogéneo.

Según la última "Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud" (INE, 1999), en España, el 95% los padres de niños Sordos son personas oyentes. Desconocemos la situación actual ya que, hasta el momento, no se han realizado más macro-estudios de este tipo.

Más que por el hecho de ser Sordos u oyentes, actualmente se tiende a clasificar el entorno familiar de estos niños en función del grado de conocimiento y relación de sus padres con la Comunidad Sorda y de la utilización de la lengua de signos para que los niños Sordos puedan tener un acceso temprano a un lenguaje. Así, los padres Sordos o que pertenecen a la Comunidad Sorda, comparten una misma cultura con sus hijos, les proporcionan modelos de identificación y son más conscientes de sus dificultades comunicativas (Corson, 1974); pero sobre todo, comunican al niño, en sus primeros años, una estimulación lingüística que favorece el desarrollo de las estructuras neurológicas y de los procesos básicos del lenguaje, favoreciendo su acceso a distintos estímulos fundamentales para su desarrollo cognitivo y emocional (Brasel y Quigley, 1977; Bonvillian, Orlansky y Novack, 1983).

Según Bonvillian, et al. (1983), la escasez de experiencias en las etapas tempranas, especialmente en los hijos Sordos de padres oyentes con acceso tardío a estructuras lingüísticas, parece ser la causa de las diferencias en los resultados de los test de inteligencia de los que favorecen a los hijos Sordos de familias signantes.

Marchesi (1983) realizó una investigación con tres grupos de niños Sordos profundos españoles de edades entre siete y diecisiete años. El primer grupo lo constituían niños Sordos con padres Sordos; el segundo, niños Sordos con padres oyentes que habían recibido una educación oral temprana; y el tercero estaba formado por niños Sordos con padres oyentes con una edad de escolarización más tardía que el segundo grupo. En el estudio se compararon la inteligencia, códigos de recuerdo nivel de compresión lingüística, vocabulario, lectura e inteligibilidad labial, y la compresión lectora entre los tres grupos. Los resultados favorecían a los hijos Sordos con padres Sordos en inteligencia, nivel de comprensión lingüística del vocabulario y habilidades de lectura, y no se encontraron diferencias en lectura e inteligibilidad

del habla, aun cuando el nivel de lenguaje de los padres Sordos era inferior al de los padres oyentes.

El entorno socio-familiar que rodea a un niño o niña Sordo también está directamente relacionado con el desarrollo de distintas competencias y habilidades, entre ellas la lectoescritura y la competencia comunicativa.

Según diversos autores (Corson, 1974; Conrad, 1979; Pettito, 2012), una exposición temprana a la lengua de signos, especialmente desde una aproximación bilingüe (lengua de signos/lengua oral), proporciona grandes ventajas en el desarrollo del lenguaje y la lectura, y en los procesos cognitivos que la facilitan. En este sentido, actividades familiares como la lectura compartida con integración de lenguas de signos, o la visualización comentada de vídeos favorecen la competencia lingüística y comunicativa de los niños Sordos (Mueller y Hurtig, 2010; Golos y Moses, 2011).

En resumen, la familia es la pieza clave para el desarrollo de la competencia lingüística y científica de los alumnos Sordos desde el nacimiento, y la exposición temprana a aproximaciones bilingües es un factor clave para el correcto desarrollo de estas competencias y, por lo tanto, para su mejor desempeño en el ámbito escolar.

2.2.2. Interacción social y acceso a la información

Schlesinger y Meadow (1972), indican que no solo el desarrollo cognitivo de los niños Sordos, sino también el socio-afectivo se ve influenciado por la limitación de experiencias en su entorno, por la excesiva protección de sus padres, por su propio déficit sensorial o por no tener a su alcance canales de comunicación adecuados, lo que les reporta situaciones comunicativas de menor calidad que influyen directamente en su interacción social.

Según el Libro Blanco de la Lengua de Signos Española en el Sistema Educativo (Alonso Baxeiras, et al., 2004), la necesidad de comunicación e interacción, originó a lo largo del siglo XX importantes movimientos migratorios de Sordos que se comunican en LSE desde las zonas rurales a las ciudades y municipios, donde es fácil encontrar una asociación de Personas Sordas para satisfacer sus necesidades de comunicación. Este aislamiento también se traduce en el

acceso restringido a la información, así, gran parte del conocimiento general del mundo se adquiere a través de estímulos externos, como pueden ser los diferentes canales de información: radio, televisión, cine, web, prensa, etc. Sin embargo, la dificultad de las personas Sordas para acceder a estos canales limita su acceso a la información.

El avance tecnológico ha permitido mejorar notablemente la accesibilidad a los medios. Por ejemplo, ya es habitual la presencia de un intérprete en algunos informativos, y el acceso a programaciones subtituladas, pero, siguiendo con el ejemplo de la subtitulación, todavía no se puede garantizar una total accesibilidad a los textos que no se adaptan a la velocidad lectora o no utilizan de pautas de color para diferenciar las intervenciones subtituladas de los personajes que intervienen en una película.

Algo similar ocurre con la accesibilidad en la web, donde la mayoría de las páginas no contienen información bilingüe (LSE y lengua escrita), iconos que faciliten la navegación u opciones que se adapten a la velocidad lecto-escritora de este colectivo.

En muchas situaciones cotidianas el acceso a la información por parte de las Personas Sordas también está limitado. De hecho, es poco frecuente encontrar textos adaptados o signo-guías para las Personas Sordas en museos o centros de divulgación, acceso a cines para Sordos, paneles informativos que complementen la información sonora, señalización de recursos accesibles, o publicaciones de e-books adaptados a las características de las personas Sordas.

Podemos concluir que las situaciones comunicativas de los alumnos Sordos, en general, son de menor calidad, lo que limita su interacción social y su acceso a la información, con las consecuencias educativas que de ello se derivan para el entorno educativo.

2.3. Contexto lingüístico

Incluimos en este epígrafe un resumen las distintas lenguas y modalidades comunicativas, diferentes a la lengua oral, utilizadas en la comunicación con las personas Sordas con especial atención a las lenguas de signos.

2.3.1. Lenguas de Signos

Las lenguas de signos son lenguas complejas que utilizan un canal viso-gestual para expresar y recibir información, a través del uso de signos y dactilología, y que son utilizadas por las personas Sordas, sus familiares y amigos para comunicarse.

Las lenguas de signos contienen tres características propias de los sistemas lingüísticos (Muñoz-Baell, 1996; Stokoe et. al, 1965):

- La articulación de los signos lingüísticos, es decir la capacidad para descomponerse en partes más pequeñas. Por ejemplo, “arboleda”, arbol-eda.
- La arbitrariedad relativa a la relación entre el significado y el significante es arbitraria. Por ejemplo, la palabra que nos sirve para referirnos a "coche" es coche, pero podría ser otra y todos lo entenderíamos, por ejemplo, para los franceses la palabra que se refiere al significado anterior es “voiture”.
- El “desplazamiento” es decir, que puede referirse a situaciones lejanas o pasadas, no simplemente a lo que está sucediendo.

Investigaciones como la de Fridman (2000) o Fernández Viader y Pertusa (2005), conjuntamente con la presión que ejerció la Comunidad Sorda y los avances tecnológicos, han permitido un estudio pormenorizado de esta lengua como un canal de transmisión viso–gestual y han ido desechando paulatinamente los prejuicios sociales y lingüísticos de las lenguas de signos que se reflejaban en falsos mitos tales como: “la lengua de signos es universal”, "existe un paralelismo palabra/ signo”, “las lenguas de signos no tienen Gramática”, “son pantomima" o "las lenguas de signos utilizan un vocabulario concreto y figurativo”.

Como ocurre con el resto de las lenguas, las personas Sordas de distintas zonas geográficas utilizan distintas lenguas de signos. En España la lengua de signos más ampliamente utilizada es la Lengua de Signos Española (LSE), con sus diferentes características regionales. Oficialmente se reconocen como lenguas la LSE y la LSC (Lengua de Signos Catalana).

Según la Comisión Europea, la lengua de signos es la lengua materna de unas 500.000 personas en la Unión Europea y están consideradas como lengua oficial en las constituciones

de distintos países como Islandia, Hungría, Austria, Portugal, Finlandia y Eslovaquia. Otros países como España (también la Lengua de Signos Catalana), además de Alemania, Francia, Grecia, Suecia, Reino Unido y Rumanía, entre otros, la reconocen como lengua oficial.

2.3.2. Modalidades comunicativas

Aunque la lengua de signos es la lengua natural de las Personas Sordas, habitualmente, tanto familiares, amigos de las personas Sordas o profesores recurren a códigos de ayuda dirigidos a facilitar la comunicación entre los que destacamos la dactilología, el español signado y bimodal, la lectura labio-facial y la palabra complementada, por sus utilización en el contexto educativo.

2.3.2.1. Dactilología

La dactilología utiliza los dedos para deletrear palabras para los que no existe, o el usuario no conoce, un signo estandarizado.

Aunque es menos eficiente en términos comunicativos que las lenguas de signos, se trata de un proceso natural de adquisición a partir del cual se pueden desarrollar nuevos signos.

La Figura 2-3 muestra el alfabeto dactilológico español.

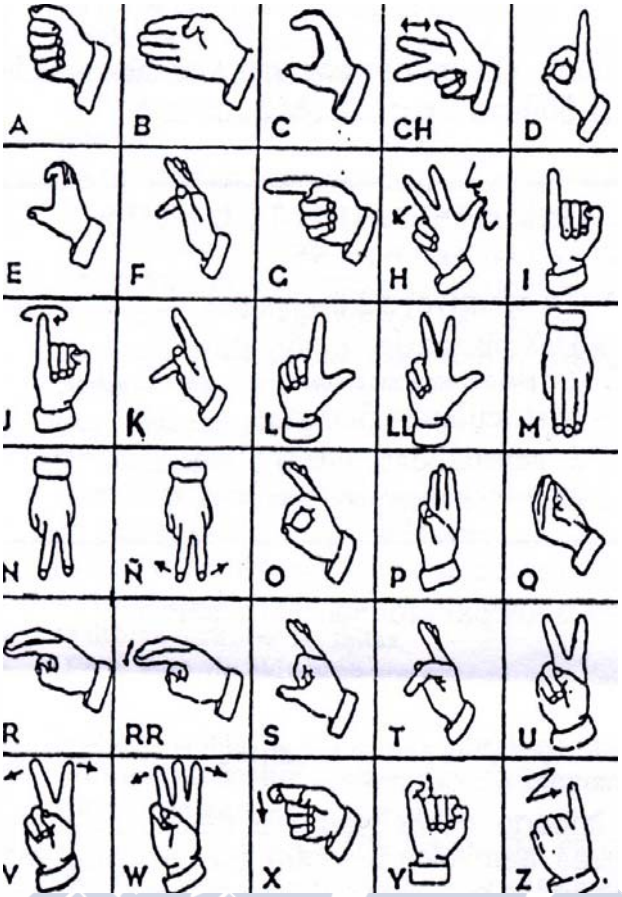


Figura 2-3: Alfabeto dactilológico español.

2.3.2.2. Español signado y bimodal

Es un código manual que ha sido ampliamente utilizado en la educación de los estudiantes Sordos, donde se utilizan los signos, pero siguiendo la secuencia de la lengua oral (ver Figura 2-4). El mensaje es expresado con signos y oralmente de forma simultánea. Su mayor inconveniente es que se trata de un sistema artificial de comunicación que no cumple la regla de espontaneidad de cualquier otro lenguaje natural, precisa de la existencia de un lenguaje formal en la Persona Sorda y puede dar lugar a equívocos pues no contiene nexos.

El español signado es una variante del bimodal que traduce una a una todas las palabras.

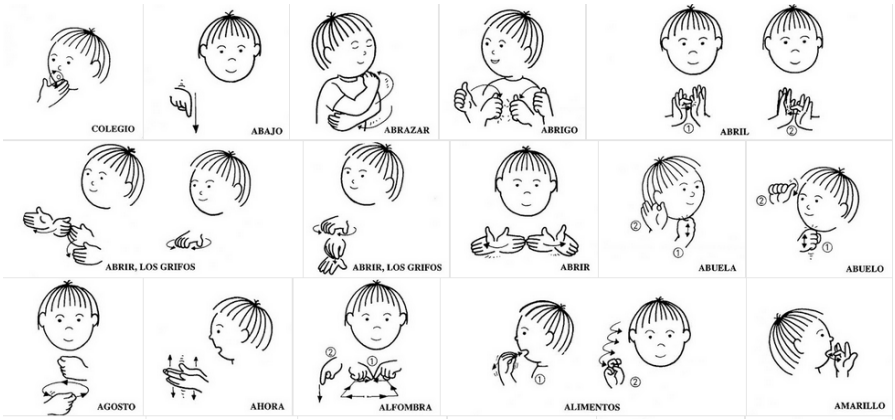


Figura 2-4: Sistema Bimodal. Fuente (http://siempre-comunicando.blogspot.com.es/)

2.3.2.3. Lectura labio facial

El método lectura labio facial (ver Figura 2-5) trata de sustituir la falta de audición con la visión, a partir de la discriminación de las palabras por lectura de los labios. Sirve de apoyo a las Personas Sordas con restos de audición para la diferenciación de signos que siendo iguales representan diferentes conceptos. Se trata de proceso muy complicado por las características intrínsecas del lenguaje oral y de sus hablantes que pueden dificultar la lectura (por ejemplo, la presencia de barba o bigote, la excesiva pronunciación, posición del hablante, etc.), porque no todos los sonidos de la lengua oral son identificables (ej. c, g) y porque a medida que aumenta el número y la complejidad de las palabras conocidas éstas son más difíciles de discriminar (Marshack et al., 2013).

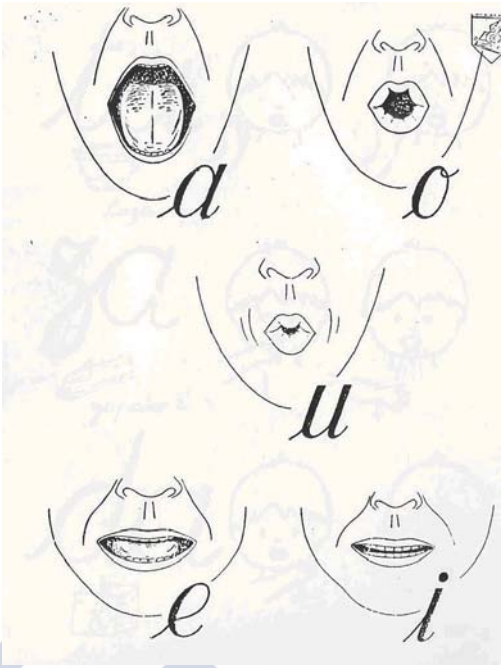


Figura 2-5: Lectura labio-facial. Fuente (http://www.psicoayudainfantil.com/)

2.3.2.4. Palabra complementada

La palabra complementada (ver Figura 2-6) es un sistema complementario a la lectura labial, que facilita “visualizar” los fonemas no visibles y suprimir las ambigüedades. Se trata de un sistema creado con fines educativos y/o rehabilitadores con el fin de servir de apoyo en el aprendizaje del lenguaje oral.

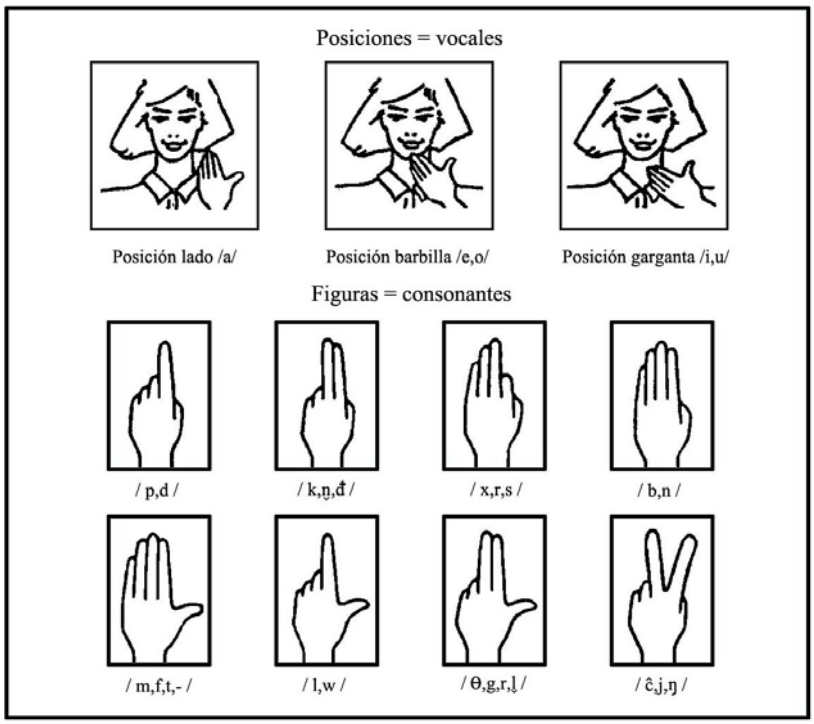


Figura 2-6: Palabra complementada.

Fuente (http://auladeapoyocpfranciscoortiz.blogspot.com.es)

Los distintos contextos lingüísticos que rodean a los estudiantes Sordos justifican la elevada heterogeneidad de este colectivo de estudiantes frente a otros colectivos en inclusión escolar, en función de su facilidad para comunicarse.

Obviamente, un alumno hipoacúsico, con una pérdida leve de audición, puede acceder más fácilmente a la información transmitida de forma oral a través de ayudas técnicas y ambientales, que un alumno con sordera profunda, pero, sin centrarse en el acceso a la lengua oral, hay otros factores clave en la educación de los alumnos Sordos como son la influencia del entorno familiar y social que lo rodea, o el contexto lingüístico y escolar en que se integra.

Morales-López (2008), desarrolló un estudio en un contexto educativo bilingüe en Cataluña cuyo objeto era conocer las características generales de adquisición del bilingüismo inter-modal (aquel que utiliza diferentes canales sensoriales) y sus diferencias con el bilingüismo en lenguas orales (bilingüismo intra-modal, transmitido a través del mismo canal). Encontró que a través de la adquisición completa de una lengua natural (en este caso, la lengua

de signos), el niño y la niña Sorda adquieren las mismas experiencias que un niño o niña oyente, aunque mediatizadas por medio de otra forma de comunicación. En el caso del bilingüismo inter-modal, sin embargo, no se han encontrado diferencias entre el alumnado Sordo y el oyente en relación con la adquisición de la primera lengua (LSE en niñas y niños Sordos y lengua oral materna en oyentes), aunque sí en la adquisición de la segunda lengua (lengua oral en niñas y niños sordos y otra lengua oral no materna en niñas y niños oyentes, por ejemplo, lengua inglesa). La autora indica también que, a pesar de que tanto la LSE como la lengua oral se comienzan a aprender al mismo tiempo, para el niño Sordo la LSE será muy pronto la lengua dominante o primera lengua, mientras que la lengua oral como segunda lengua no será adquirida sino a través de un proceso más largo que precisará, la mayoría de las veces, de una reflexión metalingüística continuada sobre sus diferentes estructuras.

2.3.3 Habilidades lecto-escritoras

Aunque todos los niños Sordos comienzan la escuela con un vocabulario mucho menor que los oyentes, los distintos contextos familiares condicionan el nivel lingüístico y de comunicación al que han tenido acceso desde los primeros meses de vida, lo que supone una mayor responsabilidad de los educadores a la hora de proporcionarles modelos de lenguaje en el aula.

King y Quigley (1985), y Limbrick, McNaughton, y Clay, (1992) coinciden en señalar que los profesores de los niños Sordos no reciben la instrucción suficiente en las metodologías de la enseñanza de la lectura y este hecho contribuye a aumentar las dificultades lecto-escritoras de los estudiantes Sordos.

Debido a la exposición diversa y, a menudo tardía al lenguaje, los estudiantes Sordos también presentan distintos niveles de habilidades de lectura, que afecta directamente a su capacidad de aprender y dificulta la interpretación de sus textos a los profesores del aula inclusiva sin experiencia previa con estudiantes Sordos.

Según Morales-López (2010) es difícil que una Persona Sorda alcance un nivel lingüístico satisfactorio en la lengua oral, pues va a tener siempre limitaciones en la recepción de

información, aun en el caso de los niños con implantes cocleares, que necesitan de un periodo posterior de re-educación que en algunos de ellos es relativamente largo.

Aunque según distintos estudios (Torres y Santana, 2005 y Domínguez y Alonso, 2004), la metodología bilingüe, el implante coclear antes de los tres años, o el sistema de Frecuencia Modulada en las aulas junto con el apoyo de otros métodos de comunicación, contribuyen a mejorar sus habilidades lecto-escritoras, estas habilidades son inferiores a la de los alumnos oyentes.

Así, al final de la ESO, las diferencias en edad lectora entre Sordos y oyentes varía desde los dos a los ocho años, dependiendo del contexto familiar, educativo y lingüístico en el que se haya sido educado.

El estudio de las dificultades lecto-escritoras de los alumnos Sordos, constituye un amplio campo de investigación. Andrews y Mason (1991) señalan tres posibles causas para explicar las dificultades en lectura de los estudiantes Sordos. En primer lugar, señalan el reducido repertorio lingüístico y conceptual con el que se inician en la lectura ya que el déficit de interacción con el medio que no les ayuda a estar familiarizados con los contenidos de los textos. En segundo lugar, destacan la menor habilidad lingüística respecto a sus compañeros oyentes (léxico limitado, dificultad para interpretar palabras con varios significados y expresiones idiomáticas) así como otras dificultades con el lenguaje figurativo, las formas sintácticas y la capacidad para hacer inferencias. En tercer lugar, los autores se refieren a la diferente estructura de las lenguas de signos y el lenguaje oral que influye notablemente en la estructura sintáctica de los textos que elaboran.

En la misma línea, Paul (2003), señala que un niño Sordo accede a la lectura con un mal desarrollo de las habilidades de comprensión general del lenguaje, no porque se trate de una falta de habilidad inherente a las Personas Sordas, sino fruto de la falta de experiencia e *input* lingüístico apropiado.

Herrera (2010) llevó a cabo un estudio sobre habilidad lectora y conocimiento léxico en alumnos Sordos chilenos. Uno de los objetivos de la investigación fue evaluar la relación entre léxico signado y la habilidad en tareas de lectura. Para ello seleccionó una muestra de treinta estudiantes sordos entre siete y diecisiete años, competentes en Lengua de Signos Chilena. Los

resultados del estudio indicaron que la habilidad léxica en lengua de signos contribuye significativamente al éxito lector de los estudiantes Sordos.

Respecto a las habilidades sintácticas, Brasel y Quigley (1977) realizaron un estudio para investigar el desarrollo de las habilidades sintácticas en estudiantes Sordos profundos estadounidenses entre diez y dieciocho años. Dividieron la muestra cuatro en grupos: niños Sordos con padres Sordos con buenas habilidades en inglés y que se comunicaban con sus hijos a través de Lengua de Signos Americana (ASL), un segundo grupo formado por niños Sordos con padres Sordos menos competentes en inglés que también usaban el ASL para comunicarse con sus hijos, niños Sordos con padres oyentes que se comunicaban con ellos en lengua oral y habían recibido instrucción en el uso de inglés signado y, por último, un cuarto grupo de niños Sordos que recibían instrucción oral en el colegio, pero cuyos padres oyentes no tenían instrucción en las metodologías oralistas.

Los resultados de esta investigación concluyen que el grupo que utilizaba el ASL presentaba el mejor nivel de competencia sintáctica y que los dos grupos manuales (inglés signado y lenguaje de signos) superaban a los dos grupos orales en las dos pruebas estandarizadas a los que los sometieron.

Schirmer (1994) y Augusto et al. (2002) señalan que cuando los niños aprenden las formas del lenguaje, están descubriendo implícitamente las estructuras sintácticas que lo gobiernan por lo que consideran fundamental dotar al niño de un sistema de comunicación desde edades tempranas. El dominio de estas estructuras es un elemento clave para establecer relaciones que organicen y den sentido al lenguaje, de ahí la importancia del acceso temprano a un lenguaje, que puede ser la lengua de signos, pero sin olvidar el aprendizaje del lenguaje oral para abordar con garantías el proceso lector.

2.4. Contexto educativo

A la hora de abordar el análisis del contexto escolar, dividimos este epígrafe en tres bloques que permiten explicar la situación actual en los centros educativos, atendiendo a dos enfoques diferentes:

En el primer apartado, “Integración versus inclusión”, se atiende a los tipos de modalidad de escolarización que surgen de la aplicación de las distintas leyes educativas en nuestro país, con especial interés en la integración e inclusión escolar. El segundo apartado, “Bilingüismo versus monolingüismo”, hace referencia a la filosofía que subyace en el diseño del Proyecto Educativo y Lingüístico del centro escolar y, en el tercer bloque, se describe, de un modo cuantitativo, la distribución del alumnado Sordo en Galicia, y el contexto educativo del alumnado Sordo en Galicia.

2.4.1. ¿Integración versus inclusión?

Integración e inclusión, aunque puedan parecer sinónimos, reflejan enfoques pedagógicos distintos respecto a la diversidad.

Una alumna o alumno integrado en la escuela, con la ayuda de sus profesores y otros profesionales debe adaptarse al temario, al proyecto educativo de la escuela y a los valores y actitudes de la cultura predominante. La educación inclusiva, sin embargo, implica la adaptación de la escuela a las características del estudiante, de tal manera que se elimine el mayor número posible de barreras.

Si en la escuela tradicional existen niños con y sin necesidades educativas especiales, en la inclusiva se acepta la diversidad como inherente al ser humano, pues lo normal es diverso y diferente.

La imagen de la Figura 2-7, diseñada para la investigación, muestra gráficamente la diferencia entre los dos conceptos.

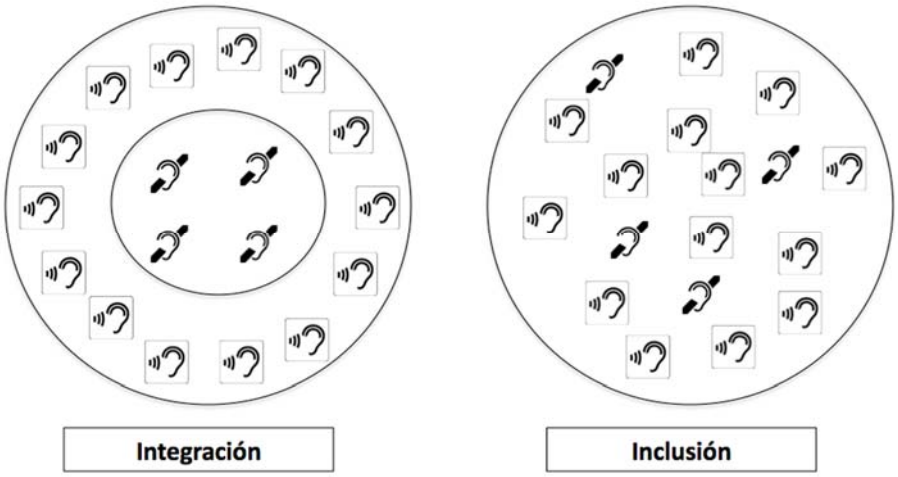


Figura 2-7: Diferencias entre integración e inclusión educativa.

2.4.1.1. Inclusión educativa: Educación para todos.

En 1994 promovido por la UNESCO y en colaboración con el gobierno de España, tuvieron lugar una serie de conferencias que dieron lugar a la Declaración de Salamanca, con el objetivo de que las escuelas ordinarias pudiesen atender a todos los estudiantes, especialmente a los que tienen necesidades especiales (Stubbs, 2002).

La Declaración se fundamentaba en:

1. Reconocer las necesidades y la urgencia de la atención educativa en el sistema de educación regular.
2. Diseñar e implementar programas educativos que atiendan a las características propias, intereses, capacidades y necesidades de aprendizaje de cada niño.
3. Establecer los principios de la educación inclusiva para que todos los niños sean inscritos en las escuelas regulares, excepto si fuese imposible su incorporación por distintas razones.

La Declaración anima a que la educación inclusiva constituya una parte integral de los programas de educación en todos los países. Además, urge a la distribución en todo el mundo de los resultados de esta conferencia.

Sin duda, este evento fue un acto clave en la reafirmación del derecho a la educación de todas las personas dentro de un sistema educativo, con una perspectiva inclusiva e integradora y de rechazo a la segregación y la separación de los alumnos en función de sus potencialidades.

La Declaración de Salamanca no se limitó a plantear unos objetivos, sino que también se plantearon una serie de directrices en distintos ámbitos para poder alcanzarlos, recogidos en el "Marco de Acción sobre Necesidades Educativas Especiales" (UNESCO, 1994), un documento que recoge, entre otras, las siguientes líneas de actuación:

1- El concepto de "Educación para todos" debe ser el eje vertebrador del diseño de las políticas educativas de cada país y se deben valorar las diferencias individuales y las distintas situaciones de cada territorio.
2- La igualdad de oportunidades para los niños con discapacidades debe reconocerse legalmente en todas las etapas educativas.
3- Las escuelas de educación especial deben regirse por un modelo de rehabilitación basado en la comunidad.
4- El currículo y la evaluación deben adaptarse a las necesidades de los niños y no al revés lo que implica flexibilizar la gestión de los centros escolares y otorgarles mayor autonomía.
5- El estado debe asegurar el apoyo o refuerzo adecuado y los materiales y recursos técnicos que se precisen, dotando para ello de la financiación necesaria.
6- Se deben fomentar y divulgar los resultados de la investigación pedagógica sobre inclusión educativa.

Más de veinte años después de la Declaración, sus premisas siguen vigentes y se puede afirmar que la inclusión educativa constituye una de las innovaciones educativas y pedagógicas más relevantes de las últimas décadas (Dyson y Milward, 2000; Norwich, 2008).

En España se han hecho grandes avances en pro de la inclusión de los alumnos Sordos. Así, según datos de los respectivos Informes sobre el Estado y situación del sistema educativo publicados por el Consejo Escolar del Estado en el 2011 y el 2014, se ha pasado de un 73,8% de estudiantes Sordos en régimen de educación inclusiva a un 92,78% en el último informe, referente al curso 2012-2013.

Aunque no es un objetivo de esta investigación analizar en profundidad el concepto de educación inclusiva, al tratarse de la modalidad educativa más implantada en la educación del alumnado Sordo consideramos necesario resumir algunas de las conclusiones de investigaciones relevantes que atienden a todos los factores que intervienen en el aula inclusiva: el alumno Sordo, sus compañeros, el intérprete educativo y los docentes.

2.4.1.2. Inclusión educativa del alumnado Sordo y barreras de comunicación

Revisiones de la literatura sobre la inclusión del alumnado Sordo como la realizada por Sadler (2001) concluyen que la inclusión de estudiantes Sordos en las escuelas públicas no garantiza automáticamente la igualdad de acceso a las oportunidades educativas para estos estudiantes.

Aunque el aula inclusiva proporciona más situaciones de aprendizaje e interacción social y de desarrollo de las capacidades lingüísticas orales (Linn, 1979; Martínez y Silvestre, 1995), la consecuencia inmediata de la inclusión de un estudiante Sordo en un aula con compañeros oyentes es la existencia de barreras de comunicación importantes que afectan tanto a la comunicación profesor-alumno y entre compañeros, como a su desarrollo emocional.

Respecto a la interacción profesor-alumno Sordo, se han realizado diversos estudios para analizar los estilos interactivos profesor–alumno en aulas con estudiantes Sordos y oyentes (Silvestre 1991; Silvestre y Valero, 1995). En todas ellas se señala la dificultad de las interacciones profesor-alumno, bien por el bajo porcentaje de profesores que conocen la LSE en España (Silvestre, 1991), bien por la necesidad, por parte de los profesores, de adquirir estrategias comunicativas para aumentar el número y la calidad de las interacciones con los estudiantes Sordos que les permitan participar activamente en las discusiones de aula y en la construcción del conocimiento (Wood y Wood, 1984).

La interacción entre compañeros ha sido analizada en investigaciones como la de Marchesi (1987) o Vandel y George (1981, 1982). Ambos estudios concluyen que la aceptación del estudiante Sordo por parte de sus compañeros no surge espontáneamente, sino que resulta imprescindible la estimulación temprana en habilidades de comunicación con sus compañeros

en la etapa de Educación Infantil y Primaria que faciliten las situaciones comunicativas en contextos escolares y extraescolares.

En la etapa de ESO, el adolescente Sordo precisa de estas estrategias en un intento por superar satisfactoriamente las diferentes situaciones comunicativas generadas en los contextos académicos. Según Silvestre (1991), esta necesidad obliga al profesor a llevar a cabo adaptaciones tanto pedagógicas como comunicativas en las actividades de aula.

Diversos estudios sobre el desarrollo emocional de los adolescentes Sordos (Boyd y George, 1973; Levy-Shiff y Hofman, 1985; Rhys-Jones y Ellis; 2000; Silvestre y Valero, 1995), coinciden en señalar que las restricciones comunicativas provocan en los niños Sordos una pérdida de motivación por el intercambio comunicativo y la búsqueda de información, y que la falta de contacto entre iguales puede afectar negativamente su autoestima, sobre todo en períodos como la adolescencia, por lo que el papel del profesor como agente integrador es fundamental. Nos preguntamos cómo puede afrontar un profesor de Secundaria este reto si no ha recibido la formación necesaria para ello y, al contrario de los maestros de Primaria, su interacción con el alumno es mucho más reducida en tiempos y espacios.

En esta línea y para mejorar el nivel de autoestima y proporcionar modelos positivos de identificación a los estudiantes Sordos, desde hace unos años se ha implantado con éxito en los centros educativos de varias comunidades la figura del Asesor Sordo, cuyas competencias están establecidas en un convenio de colaboración suscrito inicialmente por la Confederación Nacional de Sordos y el Ministerio de Educación y Ciencia en 1994. Su función es compartir su experiencia vital como Persona Sorda, y favorecer el aprendizaje de la LSE y el conocimiento de la Comunidad Sorda en los alumnos, familias y docentes.

Las conclusiones de los estudios anteriormente citados afianzan la necesidad del agrupamiento escolar de estos estudiantes, la presencia de referentes adultos, reducir la movilidad del profesorado con experiencia y la escasez de formación específica en esta área desde los centros de formación del profesorado.

Otro aspecto a tener en cuenta en la eliminación de barreras de comunicación en la inclusión educativa del alumnado Sordo es la utilización de la Lengua de Signos como

instrumento de mediación semiótica en el aula inclusiva con estudiantes Sordos (Fernández y Pertusa, 1995).

Numerosas investigaciones sostienen la necesidad de utilizar las lenguas de signos para mejorar la comunicación en el aula con alumnado Sordo y favorecer los procesos de lectoescritura y de aprendizaje (Caín, 1981; Fernández Viader y Pertusa, 1995; Lang y Albertini, 2001; Lang y Caccamise 1980; Marchesi 1987). Esta necesidad está reflejada en varios documentos internacionales: la Declaración de Salamanca (UNESCO, 1994), las Normas Uniformes sobre Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad (UNESCO, 1994) o la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006), cuyo estatus le confiere el rango de una norma de obligado cumplimiento por los países que la han ratificado, entre ellos España.

El 7 de julio del 2007, el pleno del Congreso de los Diputados aprobó un proyecto de ley por el que se reconoce las lenguas de signos españolas y se regulan los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con discapacidad auditiva y Sordociegas". Este Proyecto planteó por primera vez en la historia de la educación española, la atención educativa específica de los alumnos con sordera, asegurando el derecho a elegir el sistema de comunicación que prefieran—oral o lengua de signos—y los medios para su aprendizaje, conocimiento y uso.

Investigaciones como la de García y Gutiérrez (2012) indican que la lengua de signos se incluye cada vez con más frecuencia en los proyectos educativos de los centros escolares pero que es necesario continuar con la investigación sobre el uso de la lengua de signos en educación, sobre todo durante los primeros años de vida y que es preciso desarrollar estudios sobre el papel de los distintos perfiles profesionales que intervienen en la educación del alumnado Sordo.

2.4.1.3. Inclusión educativa y formación del profesorado

La inclusión educativa ha supuesto un difícil reto para los docentes que se enfrentan a una gran heterogeneidad de estudiantes, con distintos perfiles educativos y sociofamiliares. Para que la escuela pueda ofrecer una respuesta a la diversidad en general, y a los alumnos Sordos en particular, es necesario que se produzcan una serie de cambios de tipo cualitativo que afecta

a toda la comunidad educativa (familias, Administración Educativa, organización y funcionamiento del centro, desarrollo profesional de los docentes, currículum, etc.).

La formación del profesorado constituye otro factor clave para la construcción de escuelas inclusivas y debería dirigirse a una estrecha colaboración entre la universidad y la escuela, donde los resultados de la investigación se incorporen en la práctica, y donde se investiguen cuestiones de la práctica educativa que sean un reto para los profesores.

En este momento, la formación del profesorado gallego en metodologías didácticas acordes con los y las estudiantes Sordos de niveles medios y universitarios queda casi a merced de la mera información general o iniciativa privada, contando, sobre todo en los centros Primaria, con especialistas en el área de Audición y Lenguaje y la presencia de orientadores de zona, cuya labor es útil pero no determinante en el día a día en el aula para el profesor o profesora con alumnado Sordo en el aula. Por ello, en muchas ocasiones los docentes se apoyan en la experiencia del o de la intérprete educativa para conocer las necesidades y características de estos estudiantes, asignándole una responsabilidad que no se corresponde con las exigencias de su labor.

Algunas investigaciones como las de Domínguez (2005) y Gascón-Ramos (2006) recogen propuestas sobre la formación en las que plantean la necesidad de acceder a un número significativo de créditos en la formación inicial del profesorado y estimular desde los departamentos de Didáctica la estancia en espacios de la Comunidad Sorda que ofrezcan la posibilidad de aprender formalmente la LSE.

Nosotras entendemos que sería también interesante atender a la formación permanente de profesores con alumnos Sordos, y buscar espacios para la reflexión que permitan identificar y compartir las mejores prácticas para estudiantes Sordos.

En Galicia, la mayoría de los cursos de formación inicial o permanente que atienden a los alumnos Sordos, están relacionados con la especialidad de Audición y Lenguaje; y la formación de los profesores sobre didácticas adecuadas a los estudiantes Sordos son auto-formativas, a partir de la documentación y guías existentes para la inclusión del alumnado Sordo, y de la oferta de atención a centros educativos de la Federación de Asociacións de Persoas Xordas do País Galego (FAXPG).

Respecto a la enseñanza de la LSE, las universidades de Vigo, A Coruña y Santiago, cuentan con módulos de formación en dicha lengua en colaboración con entidades de Personas Sordas.

Durante el curso 2014-2015, el Centro de Formación del Profesorado de A Coruña ha integrado en su programación, por primera vez en Galicia, un curso sobre LSE en colaboración con la FAXPG.

Con el fin de que puedan ser útiles para el profesorado con alumnado Sordo en inclusión educativa, consideramos necesario incluir en nuestro estudio una serie de indicadores que facilitan la inclusión de los alumnos sugeridas por Domínguez (2007), Powers, Gregory y Thoutenhoofd (1999) y Powers (2001) y que resumimos a continuación:

- Promover actitudes positivas hacia la sordera.
- Desarrollar sistemas de comunicación compartidos y efectivos para establecer interacciones con su entorno social y para acceder a los contenidos curriculares.
- Incorporación de un área curricular de la lengua de signos.
- Aprovechar los recursos tecnológicos.
- Aprendizaje de la lengua oral y escrita de su entorno oyente.
- Acceso al currículum ordinario con las adecuaciones o adaptaciones que sean precisas.
- Proporcionar oportunidades para la interacción con iguales y adultos oyentes y Sordos como modelos positivos de identificación.
- Acceso a la cultura de la Comunidad Sorda.
- Desarrollar estrategias metodológicas que favorezcan la competencia social y ciudadana y la de autonomía personal.
- Uso de las TIC.

2.4.2. Legislación educativa

En este epígrafe analizamos la evolución de las distintas actuaciones legislativas en materia de educación.

Nuestro análisis parte de La Ley General de Educación (1970) como primera ley que adopta el término Educación Especial como una modalidad específica en la educación, con normas propias y currículos diferenciados. Aunque su implantación se vio truncada por los graves problemas de ordenamiento del sistema educativo en aquel momento y por problemas presupuestarios y no eliminaba la segregación escolar, constituyó el primer paso en el camino a la inclusión escolar del alumnado Sordo.

Fruto de este primer paso, se crea en 1975 el Instituto Nacional de Educación Especial (INEE), como organismo autónomo dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia que será una pieza clave en la evolución y desarrollo de la atención a los alumnos con necesidades educativas especiales y un año más tarde el Real Patronato de Educación Especial.

En 1978 se publica en el Reino Unido el informe Warnock que acuña el término de Necesidades Educativas Especiales (NEE) y cataloga a los alumnos con NEE como aquellos que presentan dificultades de aprendizaje y para los que es necesario disponer de recursos especiales para atenderlas (Warnock, 1981). Se modifican así los planteamientos que habían regido las leyes educativas anteriores, centradas en el déficit del alumno, por un planteamiento pedagógico e integrador.

En base a los postulados del informe Warnock se fundamentó el Plan Nacional de Educación Especial elaborado por el INEE a petición del Real Patronato de Educación Especial en 1978.

El Plan Nacional de Educación Especial, se basaba en cuatro principios fundamentales:

a) Normalización de los servicios.
b) Integración escolar siempre que sea posible en los centros educativos ordinarios.
c) Sectorización de servicios y equipos multiprofesionales.
d) Individualización de la enseñanza.

En un paso más, la Constitución española de 1978 dedica su artículo 49 a reconocer los derechos del colectivo con discapacidades, asentando lo que serían las bases de toda la política educativa posterior en la Educación Especial que cristaliza en la promulgación en 1982 de la Ley Integración Social de los Minusválidos (LISMI).

La LIMSI concibe la Educación Especial como un proceso integrador, flexible y dinámico y establece la atención personalizada. Abarca todas las etapas educativas e incluye la Formación Profesional dentro del concepto de Educación Especial además de prever medidas para superar los estudios universitarios.

En el año 1985, el Real Decreto del 6 de marzo, constituye el paso decisivo para la aplicación efectiva de los cuatro principios inspiradores del Plan Nacional de Educación Especial. La Educación Especial deja de ser una modalidad educativa para integrarse en el sistema educativo. Desaparece, por tanto, el Instituto Nacional de Educación Especial, y los institutos nacionales que son substituidos por centros específicos.

Un año más tarde se creó el Centro Nacional de Recursos para la Educación Especial para consolidar el proceso de integración en centros ordinarios y específicos, basándose en los principios recogidos en el Libro Blanco para la Reforma del Sistema Educativo (M.E.C., 1989a) donde se describen las necesidades educativas como esenciales para la consecución de los objetivos de la educación.

Los principios que recoge el Libro Blanco se pueden resumir en cinco:

1. Es en el contexto escolar donde se debe dar respuestas a las necesidades educativas especiales de los alumnos.
2. Se debe favorecer el desarrollo integral de todos los alumnos independientemente de sus características individuales y de su entorno.
3. El currículum debe adaptarse a las características de los alumnos.
4. El Proyecto Educativo de Centro ha de recoger y ofrecer la respuesta adecuada a las necesidades educativas especiales.
5. Para que el proceso de integración transcurra con éxito es necesario contar con la participación de las familias.

Tomando como base estos principios, se aprueba en 1990 se aprueba la Ley General del Sistema Educativo (LOGSE) que incorpora los términos de “alumnos con necesidades educativas especiales” y dedica el capítulo quinto a la Educación Especial, donde se dispone que el sistema educativo aportará los recursos necesarios para atender a estos alumnos, y que se adaptará el currículo a sus necesidades y características.

En la LOGSE se establece que las necesidades educativas especiales se llevarán a cabo en centros ordinarios, y solo en aquellos casos en los que el aprovechamiento del alumno sea mínimo, se trasladará a centros específicos (donde la escolarización se lleva a cabo en las unidades de Educación Especial) o en unidades de Educación Especial en centros ordinarios

Con el fin de consolidar la implantación de la LOGSE se fueron elaborando distintas normativas que concretaron, poco a poco, las funciones, funcionamiento y evaluación de cada uno de los elementos y protagonistas de este proceso educativo para adaptarla a las propuestas de la Declaración de Salamanca (1994) de las que ya hemos hablado y que se consolidan con la aprobación de la Ley Orgánica de la Participación, la Evaluación y el Gobierno de centros docentes (LOPEG) en 1995. A grandes rasgos, esta ley descentraliza la educación transfiriéndola a las distintas Autonomías, democratiza la participación de la comunidad educativa e incluye en la población con NEE a colectivos en riesgo de exclusión social y cultural.

En el 2002 se aprueba la Ley Orgánica de Calidad de la Educación, que supuso un paso atrás en los principios de la inclusión educativa, y en el año 2006 se aprueba la Ley Orgánica de Educación (LOE), que cambia el concepto de Necesidades Educativas Especiales por el de Necesidades Específicas de Apoyo Educativo, recogiendo una gran variedad de alumnado con necesidades educativas que consolida la inclusión escolar en el estado español.

En el 2013 se aprueba la ley educativa actualmente en vigor, la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), que ha recibido una fuerte oposición entre el profesorado y las instituciones educativas de las entidades de personas con discapacidad por centrar su interés en los resultados académicos.

La Figura 2-8, realizada para esta investigación, recoge la evolución de los diferentes modelos educativos a través de la implantación de las distintas legislaciones educativas.

Obviamos la LOECE (1980) y la LODE (1985) por no afectar en el campo de las necesidades educativas especiales.

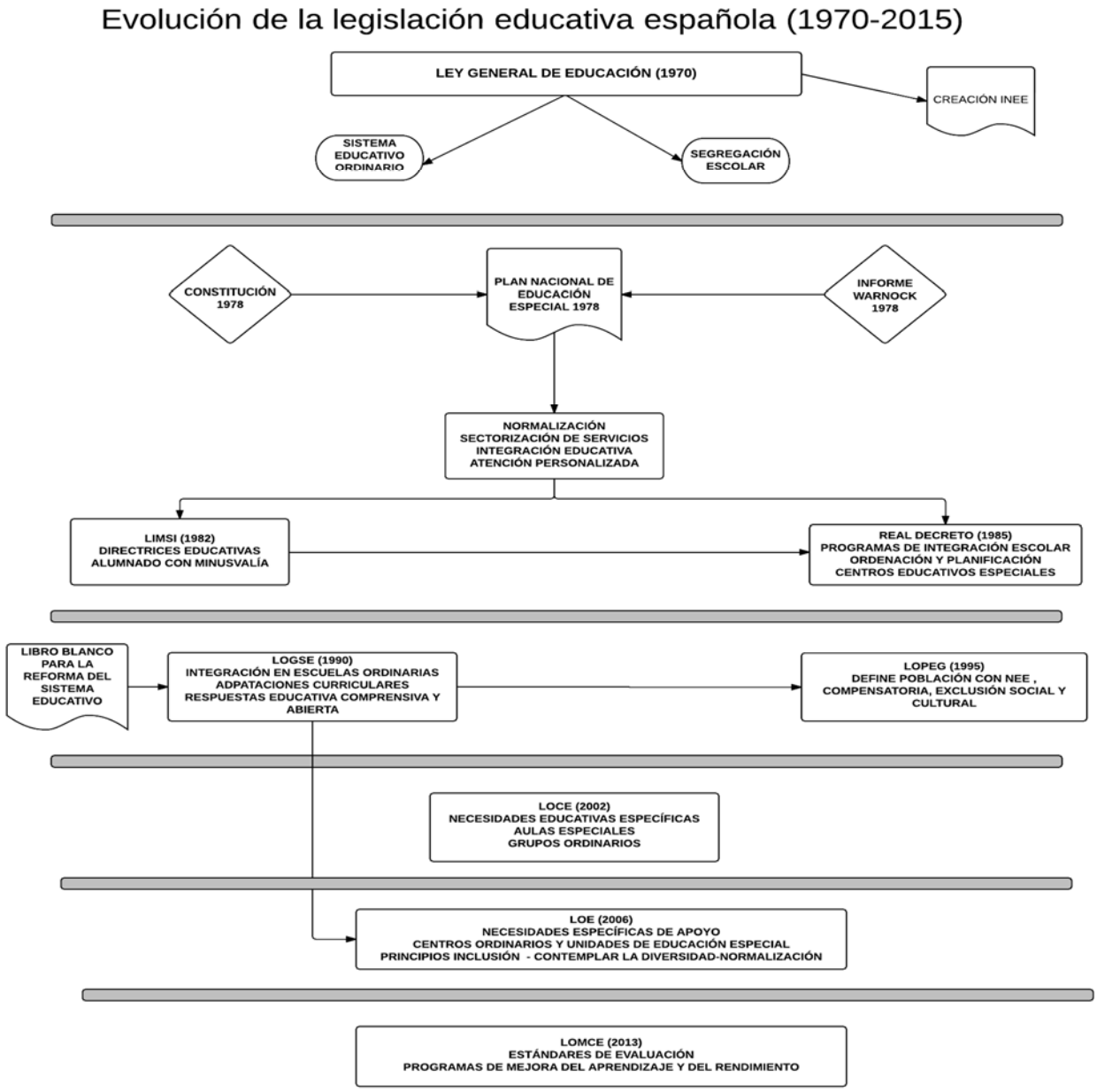


Figura 2-8: Distintas leyes educativas en relación a las Necesidades Educativas Específicas (actualizada de González, 2012)

Consideramos que la implantación de siete leyes educativas en un período de tiempo relativamente corto, no ha favorecido la mejora de la educación del alumnado con NEE.

2.4.3. Bilingüismo versus monolingüismo

Independientemente de leyes y modalidades de inclusión, el factor crítico para el desarrollo del alumnado Sordo viene determinado por el enfoque que subyace en el diseño de las propuestas lingüísticas para el alumnado Sordo por parte de las administraciones públicas y del proyecto educativo de los centros educativos.

El acceso a la lengua de signos ayuda a los y las estudiantes Sordos a alcanzar un desarrollo cognitivo pleno, según los resultados de distintas investigaciones (Andersson, 1994; Augusto et al, 2002; Fernández y Pertusa, 1995; Marshack, Lang y Albertini, 2002 y Shannon-Gutiérrez, 2002), por ello, el aspecto lingüístico es clave en el acceso al currículo de los alumnos Sordos para que puedan utilizar el lenguaje para las mismas funciones que lo hacen los usuarios oyentes: informar, argumentar, debatir, sintetizar, crear, etc.

Históricamente, la educación de las Personas Sordas ha generado grandes debates entre dos vertientes: el oralismo y el bilingüismo, aunque actualmente se habla de monolingüismo y plurilingüismo, entendiendo este último como aquel que abarca desde la adquisición de la lengua que el niño usa en su hogar, hasta la adquisición de la lengua mayoritaria en sociedad en que vive, y a través de ellas, la adquisición de la lengua de otros grupos, en la escuela o por experiencia directa (Morales-López, 2008).

Fishman (1989) explica las diferencias indicando que un proyecto educativo monolingüe supone el aprendizaje de la lengua oral por parte del alumnado Sordo como única vía de adquisición de la información que se le ofrece para su formación; y el enfoque bilingüe/plurilingüe, le permite desarrollar y acceder a la información a través de al menos dos lenguas (Lengua de Signos y Lengua/s Oral/es; y la lengua de la comunidad en que vive) de las cuales una es la primera lengua.

Según las investigaciones realizadas por Díaz-Estébanez y Valmaseda (1995), la utilización de las metodologías oralistas en la educación de las Personas Sordas, centradas exclusivamente en la adquisición de la lengua oral, no facilita el desarrollo de un lenguaje completo en edades tempranas, con todas las consecuencias que esto conlleva para el desarrollo social, emocional y cognitivo de los niños y niñas Sordos. Por otra parte, (Marshack et al., 2002) indican que este tipo de metodologías limita el acceso a otras áreas curriculares.

2.4.3.1. Bilingüismo en el ámbito educativo

La presión de las familias y profesores de colegios con alumnado Sordo junto con los pobres resultados académicos y el analfabetismo funcional de las personas Sordas adultas, formados desde una perspectiva monolingüe de la educación, potenciaron la búsqueda de otras opciones educativas que utilizan como marco de actuación el bilingüismo (Svartholm, 1996).

El modelo bilingüe parte de la premisa de que la lengua de signos es la primera lengua del niño Sordo y debe servir como base para la enseñanza de una segunda lengua, de tal forma que el niño Sordo pueda ser competente en dos lenguas (lengua de signos y lengua oral/escrita), siempre en la medida de sus posibilidades. Desde esta perspectiva, el habla se considera principalmente como un complemento de la lengua de signos y el lenguaje escrito, no como un medio para el aprendizaje de la lengua como tal.

2.4.3.2. Evolución de la implantación de metodologías bilingües en el ámbito educativo

En los inicios de la década de los 80 comenzaron a implementarse metodologías bilingües en las escuelas suecas. Los resultados del primer grupo experimental que completó sus estudios de acuerdo a este modelo alcanzaron un nivel lector similar al de los alumnos oyentes de la misma edad y, aunque seguían cometiendo errores gramaticales en la escritura, ésta era perfectamente inteligible (Svartholm,1998). A partir de este momento las escuelas que utilizaban metodologías bilingües comenzaron a extenderse por toda Europa.

Según Fernández Viader (2004), las escuelas bilingües tienen una serie de características:

1. La Lengua de Signos es el instrumento de comunicación y transmisión preferente y tiene el mismo estatus que las demás lenguas de la comunidad educativa.
2. Es un área de contenido curricular en sí misma.
3. En el currículum se incorporan contenidos curriculares específicos de la Historia y Cultura Sorda.
4. En la escuela se incorporan profesionales Sordos como modelos de identificación.

5. Necesitan de un alto rigor metodológico y el compromiso de todas las partes implicadas.

2.4.3.3 Tipos de bilingüismo en el ámbito educativo

Desde el punto de vista educativo, podemos hablar de dos tipos de bilingüismo, atendiendo a:

1. La edad de adquisición de las dos lenguas.
    - 1.1 *Bilingüismo Sucesivo*: la primera lengua de acceso al currículum es la Lengua de Signos y una vez consolidada se introduce la enseñanza sistemática de la segunda lengua.
    - 1.2 *Bilingüismo Simultáneo*: consiste en la presentación simultánea de ambas lenguas para que el niño Sordo pueda ampliar su entorno comunicativo desde su primera infancia tanto a personas que utilizan la lengua de signos como modo de comunicación como a los que utilizan la lengua oral.

2. Según la identidad cultural.
    - 1.3 *Bilingüismo bicultural*: Cuando la persona sorda interioriza la cultura de su entorno, es decir, tanto de la Comunidad Sorda como la sociedad oyente.
    - 1.4 Bili*ngüismo monocultural*: Donde el alumno/ a Sordo, aunque conozca y utilice tanto LSE como la lengua oral, su entorno estará condicionado tan solo a uno de los grupos culturales.

2.4.3.4. Experiencias Bilingües

En otras sociedades, la educación de las Personas Sordas evolucionó a través de propuestas de enseñanza bilingüe, por lo que muchas de las investigaciones en didáctica de las ciencias no son extrapolables al Estado Español.

Como ya hemos comentado, las primeras experiencias bilingües en Europa comenzaron en los países escandinavos, Francia y Suiza, a principios de los años 80 y, ha ido extendiéndose tal y como se muestra en la Figura 2-9.

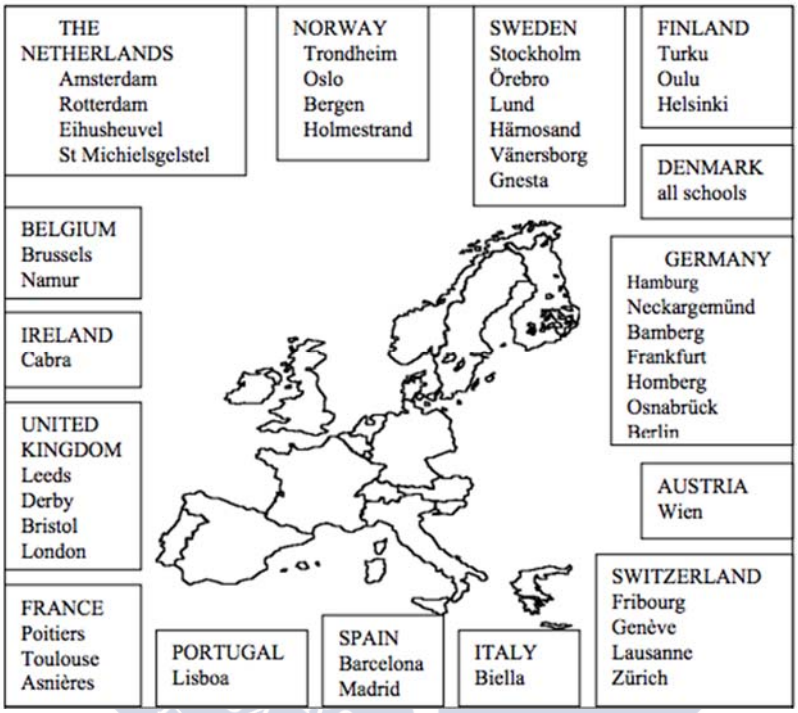


Figura 2-9: Asignación de los programas de educación bilingüe con alumnos Sordos en Europa. Fuente (Plaza Pust y Morales López, 2008)

En la actualidad la CNSE informa de la existencia de ocho centros bilingües en España: tres en Barcelona (CEE de Sordos CRAS, CEIPM Tres Pins y Colegio Público "Josep Plá"), tres en Madrid (Instituto Hispanoamericano de la Palabra, Escuela de Educación Infantil "Piruetas" y Colegio Público "El Sol"), uno en Bilbao (Colegio de Sordos "Gregorio Ybarra") y uno en Sevilla (Colegio Público "San Pablo").

En Galicia, el CEIP "Escultor Acuña", adoptó, desde el curso 2012-2013, un proyecto plurilingüe en Educación Infantil y Primaria.

Aunque en España, el modelo bilingüe es incipiente y está todavía en una fase pre-bilingüe (Morales-López, 2008), los resultados educativos de las experiencias bilingües todavía no son

los deseados. Distintas investigaciones (Morales-López, 2008; Plaza Pust et al., 2008) atribuyen estos resultados al corto espacio de tiempo que ha transcurrido desde su implantación y al diseño de los programas implementados. Las autoras aluden a la necesidad de integrar en el diseño e implantación de estos programas a los departamentos de educación (en Galicia, por ejemplo, dependen de Política Lingüística), la experiencia profesional de las áreas académicas implicadas (Lingüística, Pedagogía y Psicología), la participación de las familias y de los profesores e intérpretes educativos.

En países con una mayor trayectoria en la implantación de programas bilingües, como Suecia, los déficits programáticos se relacionan con el acceso tardío a la lengua oral y a la falta de programas de capacitación adecuada para los maestros (Bagga-Gupta, 2004).

2.4.4. Contexto educativo del alumnado Sordo en Galicia

En Galicia la atención a la diversidad del alumnado de los centros docentes está regulada por la Ley Orgánica 2/2006, del 3 de mayo, de educación y el Decreto 229/2011 del 7 de diciembre.

Según los datos proporcionados por la Federación de Asociacións de Persoas Xordas do País Galego (ver Tabla 2-2), durante el curso 2014-2015 el 97,18% de los alumnos Sordos en Galicia están en aulas inclusivas y solo un 2,8% acuden a un centro de Educación Especial. Los que acuden a centros de Educación Especial para el alumnado Sordo en general presentan discapacidades asociadas, y no se han podido integrar en grupos ordinarios, o bien el alumnado cuyas familias eligieron, intencionadamente, esta modalidad.

La gran mayoría del alumnado sordo de Galicia cursa Educación Primaria y ESO y un pequeño porcentaje cursa módulos de FP. La presencia de alumnado sordo en Bachillerato es anecdótica. De los 425 alumnos, 126 tienen sordera prelocutiva.

Respecto al tipo de centros educativos, el 81,5% son centros públicos, y solo un 18,50% son concertados.

En relación a la tipología de centros por etapa educativa, en la Comunidad Autónoma Gallega hay 4 centros catalogados como Centro de Educación Especial que atienden a la etapa

de Educación Primaria, en algunos casos con escolarización combinada en centros ordinarios próximos.

En los centros con escolarización combinada, se agrupan grupos de alumnas y alumnos Sordos dentro de aulas ordinarias, y se utilizan apoyos y recursos necesarios para su mejor acceso al currículo. Los niños están escolarizados en el Centro de Educación Especial, pero acuden a distintas clases a un centro ordinario con compañeros oyentes. Asimismo, se contempla que reciban atención especializada a través de apoyos, sesiones de logopedia y la presencia de un profesor de apoyo o un intérprete educativo, con distinta frecuencia semanal, y la posibilidad de realizar adaptaciones curriculares que permitan establecer los medios y recursos necesarios para facilitar el acceso al currículo ordinario.

En los Centros de Educación Especial que atienden a alumnado Sordo, éstos conviven además con alumnos con otras discapacidades asociadas, por lo que estos centros contemplan dos tipos de currículo: uno ordinario, con adaptaciones a las necesidades de sus alumnos y alumnas, que en muchos centros están incluidas en el propio Proyecto Curricular de Centro; y otro currículo especial.

Aunque administrativamente en este tipo de centros solo se reconoce la Educación Primaria, de 6 a 16 años, el alumnado Sordo sin discapacidades asociadas realiza en ellos la etapa obligatoria de Primaria, y, cuando finalizan, se trasladan a centros de integración, continuando, en su caso, con los estudios de Secundaria.

Tabla 2-2: Distribución del alumnado Sordo en Galicia por provincia y nivel educativo en el curso 2014/2015. Número de estudiantes sordos.

Fuente (Federación de Asociacións de Persoas Xordas do País Galego, FAXPG).

(CEIP: Colegio de Educación Infantil y Primaria; CPI: Centro Público Integral; IES: Instituto de Educación Secundaria; CPR: Centro Privado Concertado; EPAPU: Centro específico de Educación de Adultos; CIFP: Centro Integrado de Formación Profesional; CRA: Colegio Rural Agrupado; CEE: Centro de Educación Especial; EEI: Escuela de Educación Infantil; CEP: Centro de Educación Primaria)

Tipo de centro	A Coruña	Lugo	Ourense	Pontevedra	Total
CEIP	46	13	27	69	155
CPI	12			5	17
IES	50	11	13	51	125
CPR	30	1	10	37	78
EPAPU	1	2	1	5	9
CIFP	9	3	1	4	17
CRA	2				2
CEE	9		1	2	12
EEI		1		4	5
CEP		1		4	5
TOTAL	159	32	53	181	425

La Educación Secundaria, Bachillerato y Ciclos Formativos de Formación Profesional solo se pueden realizar en modalidad de inclusión dentro de nuestro Sistema Educativo, contando en algunos casos con el apoyo de profesionales de Centros de Educación Especial.

En el caso de alumnado con sordera profunda, la administración posibilita la presencia en las aulas de un intérprete educativo.

Como vemos en la Tabla 2-2, es llamativo el descenso del alumnado Sordo en el paso de la Educación Secundaria Obligatoria a Bachillerato donde la presencia de alumnado Sordo desciende desde un 10,05% en la ESO a un 3,6% en Bachillerato.

Respecto a la población estudiantil Sorda universitaria, el "II Estudio sobre el grado de inclusión del Sistema Universitario Español respecto de la realidad de la discapacidad" elaborado por el Comité Español de Personas con Discapacidad, (CERMI, 2013), indica que el porcentaje de estudiantes con discapacidad dentro de la comunidad universitaria ha aumentado de un 1,1% en el curso académico 2011/2012 a un 1,3% en el curso 2013/2014, lo que apunta a que cada vez son más las personas con discapacidad que deciden optar por la formación universitaria.

Sin embargo, el porcentaje de alumnos Sordos que cursan estudios universitarios en la rama de ciencias es muy pequeño, encontrándose que solo un 0,2% de los estudiantes Sordos Universitarios cursan estudios de ciencias junto con un 1,6% que realizan estudios en el área de ciencias de la Salud (ver Tabla 2-3).

Si trasladamos estos porcentajes al pequeño número de estudiantes universitarios, podemos concluir que la enseñanza de las ciencias en niveles educativos inferiores debe proponerse como reto la adquisición por parte de los alumnos Sordos de una cultura científica que fomente las vocaciones científicas en este colectivo.

Tabla 2-3: Porcentaje de estudiantes de grado, primer y segundo ciclo por tipo de discapacidad y por rama de conocimiento. Fuente: *"II Estudio sobre el grado de inclusión del sistema universitario español respecto de la realidad de la discapacidad"*. **Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad CERMI (2013)**

	Estudiantes de grado, primer y segundo ciclo con alguna discapacidad.					
	Discapacidad física*	**Discapacidad psíquica****	**Discapacidad auditiva**	**Discapacidad visual**	**Otro tipo de discapacidad*****	**TOTAL**
Ciencias Sociales y Jurídicas.	23,8%	6,6%	3,2%	3,7%	8,2%	25,5%
Ingeniería y Arquitectura.	5,6%	1,5%	0,9%	0,7%	1,8%	10,5%
Arte y Humanidades.	7,8%	4,2%	1,1%	1,8%	2,2%	17,1%
Ciencias de la Salud	12,3%	3,4%	1,6%	2,0%	3,3%	22,6%
Ciencias	2,3%	0,9%	0,2%	0,3%	0,6%	4,3%
TOTAL	**51,8%**	**16,6%**	**7,09%**	**8,5%**	**16,01%**	**100%**

*Se incluye la discapacidad orgánica.

** Se incluye la discapacidad mental.

***Otro tipo de discapacidad combinada (mixta), dislexia, sistema endocrino metabólico, etc.

En general en España, ya que no disponemos de datos para Galicia, según datos de la última Encuesta de Discapacidad, Autonomía Personal y Situaciones de Dependencia (INE, 2008), solo un 5,42% de las Personas Sordas entre 16 y 64 años han finalizado estudios universitarios. Un porcentaje muy reducido si lo comparamos con otras de las discapacidades que se citan en la Tabla 2-2 como la visual y con los resultados de otros países europeos. tradicionalmente bilingüe como Suecia, donde entre un 8% y un 24% de las Personas Sordas poseen titulación universitaria (Rydberg et al., 2009). Estos resultados coinciden con las apreciaciones de Marshack y Spencer (2009), que señalan que la brecha entre el rendimiento promedio de los estudiantes con y sin pérdida de la audición aumenta progresivamente a lo largo de su escolarización, de forma que el acceso a estudios superiores es muy pequeño.

La cifra anecdótica de alumnos Sordos matriculados en carreras científicas constata la necesidad urgente de aplicar metodologías didácticas en el aula de ciencias que les permitan un mayor acceso a los estudios universitarios en ciencias.

Son significativos los datos proporcionados por el estudio llevado a cabo por el Observatorio Estatal de la Discapacidad durante el curso 2011-2012 que analiza los perfiles de los estudiantes universitarios con discapacidad que compara el número, no el porcentaje, de estudiantes Sordos universitarios en relación a grupos de estudiantes con otras discapacidades sensoriales como las visuales, que también están en inclusión educativa. En el curso 2011-2012, en el que se realizó dicho estudio, había 721 alumnos con deficiencia visual en las universidades españolas frente a 412 estudiantes Sordos.

Otro dato más que apoya la urgencia de mejorar la calidad educativa que se le ofrece al alumnado Sordo en el aula inclusiva, que no parece depender tanto de la discapacidad, sino de la capacidad de la Administración Educativa para dar respuesta a las necesidades del colectivo de estudiantes Sordo.

2.5. Intérpretes y profesores, dos piezas clave en la educación de alumnos Sordos

2.5.1. Intérpretes educativos

La función principal de un intérprete es actuar como puente de comunicación entre las personas sordas usuarias de la Lengua de Signos y las personas no competentes en la misma, con el fin de eliminar las barreras de comunicación y la autonomía personal de las personas Sordas. Es decir, es un mediador lingüístico. Aunque forma parte de la comunidad educativa, en ningún momento debe asumir funciones docentes. Además de la interpretación en el aula, desarrolla otras funciones como, por ejemplo, la asistencia a reuniones en las que participa el alumnado Sordo.

Su formación, como Técnico Superior en Interpretación de Lengua de Signos Española, está recogida en el Real Decreto 2060/1995 de 22 de diciembre y a partir del curso 2015-2016, con la implantación de la LOMCE, la titulación pasa a denominarse Técnico Superior

en Mediación Comunicativa (Real Decreto 831/2014, de 3 de octubre). En Galicia un alto porcentaje de intérpretes cuentan con formación universitaria.

En la actualidad y en base a un convenio entre la CNSE (Confederación Nacional de Sordos de España) y el Ministerio de Educación y Cultura, la mayoría de los centros de Secundaria de todas las comunidades autónomas españolas con alumnos Sordos integrados disponen de la presencia de intérpretes educativos.

En Galicia, la incorporación de intérpretes en algunos Institutos de Secundaria se inició en el curso 2003-2004. Durante el curso 2014-2015 se contó con 35 intérpretes educativos que atienden a 120 estudiantes Sordos.

El o la intérprete acude diariamente al centro escolar y tienen su propio horario de clases, que consensuan, en algunos casos, con el docente en función de la dificultad de la sesión. El contrato laboral es de 37 horas y media a la semana en el centro, con 25 horas dedicadas a la interpretación en el aula y el resto se dedica a la preparación de las sesiones y trabajo en equipo con los profesores/as.

2.5.1.1. El arduo proceso de la interpretación educativa

Las habilidades y el conocimiento de la o el intérprete educativo son un aspecto crítico en la inclusión escolar del alumnado Sordo.

Los resultados de distintas investigaciones (Shirin y Kreimeyer, 2001; Hayes, 1992; Schick, Williams, y Kupermintz, 2006; Witter- Merithew, 1995) coinciden en indicar que, además de la capacidad de interpretar, los intérpretes educativos necesitan habilidades de lenguaje, así como disponer de un buen conocimiento de la educación y del desarrollo evolutivo y fonológico del niño Sordo. Estas habilidades implican una formación continua, así como de cursos de formación específicos en distintas especialidades.

Shick et al. (2006), desarrollaron un amplio estudio en EEUU con 2100 intérpretes educativos. Los resultados de esta investigación señalan que, aun disponiendo de los servicios de un intérprete altamente cualificado, el acceso pleno a los contenidos y de las situaciones

comunicativas en el aula puede ser un reto difícil de conseguir para los estudiantes Sordos, por varias razones.

En primer lugar, porque la comunicación en el aula utiliza diferentes canales (alumnos, profesores, información visual, etc.) y en segundo porque es difícil interpretar información que se canaliza por canales no verbales como el tono de voz o la prosodia. A menudo, los profesores utilizan frases como “el carro antes del caballo” o diferentes analogías que pueden confundir al alumno que no está familiarizado con el tema, de ahí la importancia de asignar un único intérprete al alumno para que pueda ir pactando con él o ella diversas palabras que no poseen signo o que significan conceptos diferentes dependiendo del contexto.

En sus conclusiones, los autores incluyen recomendaciones destinadas a no interrumpir la comunicación como pueden ser: iluminar al intérprete durante la proyección de diapositivas o de vídeos, incluir una pausa entre lo que expone visualmente el profesor y lo que dice durante las demostraciones, facilitar el tiempo suficiente para la respuesta a una pregunta directa, etc.

Otra adaptación importante que señalan es la toma de notas, ya que mientras el estudiante mira al intérprete no puede escribir. Para evitarlo, destacan dos alternativas compatibles: que el profesor prepare el material antes de clase y se lo entregue al alumno (pero no contará con las aportaciones espontáneas durante la clase) o bien mediante apuntes de compañeros lo que supone una menor autonomía del alumno.

Otro punto analizado en esta investigación fue el efecto de la presencia del intérprete en el profesor y en los compañeros y compañeras oyentes. Al principio, la presencia del intérprete puede resultar restrictiva para el profesor y servir de distracción a los demás alumnos, pero con el trabajo conjunto y la rutina diaria, el intérprete pasa a ser un elemento más en el aula.

Las habilidades y conocimientos del intérprete educativo son también un aspecto en el acceso al contenido curricular, así, los resultados de la investigación citada muestran que aproximadamente el 60% de los intérpretes evaluados tenían habilidades inadecuadas para proporcionar a los alumnos Sordos un acceso al currículum y un nivel de comunicación en las aulas similar al de los alumnos oyentes.

No hemos encontrado estudios de estas características en España.

2.5.2 Percepciones de los profesores y profesoras sobre la inclusión de alumnado Sordo

Uno de los indicadores del grado de integración que alcanza un colectivo de personas dentro de una determinada sociedad es la percepción social de dicho colectivo. Si extrapolamos esta realidad a la comunidad educativa, parece interesante conocer la percepción de la integración escolar de alumnos Sordos por parte de los profesores.

Estudios sobre la percepción general de los profesores sobre la inclusión de alumnos con necesidades específicas como el de Pham (2008) con 561 profesores vietnamitas que atendían alumnado Sordo en el aula inclusiva y 24 alumnos Sordos de Bachillerato, resaltan el importante papel de la formación de docentes como precursor del cambio de la práctica de la enseñanza tradicional hacia un enfoque centrado en el estudiante que promueva la educación de calidad para todos los estudiantes.

En el caso concreto de la integración de alumnos Sordos en nuestro país, investigaciones como la desarrollada por Juárez et al. (2009) concluyen, entre otras cuestiones, que la percepción generalizada del profesorado es la necesidad de reforzar las estrategias de comunicación en clase en la etapa Secundaria.

En el capítulo 5 de esta Tesis, se profundiza en los resultados de las investigaciones sobre la percepción de los profesores que atienden al alumnado Sordo, sus necesidades de formación, y se citan algunas de las propuestas para mejorar las estrategias didácticas con alumnado Sordo extraídas de distintos estudios.

Capítulo 3. MARCO TEÓRICO

3.1. Introducción

En este capítulo se exponen los diferentes aspectos teóricos en los que se ha sustentado la investigación. En primer lugar, se hace un pequeño recorrido sobre la evolución de distintas líneas de investigación en el área de la Didáctica de las Ciencias. En segundo lugar, se revisan los resultados de la literatura que nos puedan servir como una base de comparación entre las posibles diferencias entre como estudiantes oyentes y Sordos utilizan conceptos científicos, modelos y teorías en su razonamiento en preguntas diseñadas para evaluar su comprensión científica, concretamente sobre determinados fenómenos relacionados con la transformación de la materia: los cambios de estado, la combustión y la descomposición. En tercer lugar, se aborda el análisis de las interacciones entre estudiantes y su relación con la argumentación en el aula de ciencias.

Consideramos que el tópico elegido, es esencial en la alfabetización científica en general y en particular en la Química que es una ciencia de la materia y sus transformaciones.

Por último, se exponen algunas de las perspectivas teóricas en las que actualmente se fundamenta la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias con alumnos Sordos, y en base a las cuales se ha desarrollado nuestro estudio y se han discutido los resultados obtenidos.

Organizamos la información en cuatro apartados:

3.2 Evolución de distintas líneas de investigación en Didáctica de las Ciencias.
3.3 Conceptos científicos, modelos y teorías utilizados por los estudiantes para explicar la materia y sus transformaciones.
3.4 Comunicación y argumentación en el aula de ciencias.

a. Investigación educativa sobre estudiantes Sordos relevante para la Enseñanza de las Ciencias.

3.2. Evolución de distintas líneas de investigación en Didáctica de las Ciencias

El interés de la didáctica de las ciencias por la comprensión de las y los estudiantes oyentes sobre determinados fenómenos científicos ha generado numerosos estudios en las últimas dos décadas (Domínguez, 2000; Pfundt y Duit, 1994; Gil-Pérez, 1994; Moreira, 1997). Pero apenas existen este tipo de investigaciones realizadas con estudiantes Sordos, de modo que no se conoce si las concepciones de estos estudiantes difieren sustancialmente de las de los estudiantes oyentes dadas sus diferencias en el acceso a la información y las características del lenguaje que utilizan.

Los resultados de las experiencias realizadas por Piaget acerca de la comprensión de la ciencia en los diferentes niveles de edad, sirvieron como base para el desarrollo de un currículum de ciencias ajustado a los niveles de desarrollo (Shayer y Adey, 1981).

Paralelamente, comenzaron a desarrollarse a mediados de la década de los años 70, una gran cantidad de investigaciones sobre las concepciones alternativas de los estudiantes de los fenómenos naturales y principios científicos. En una primera fase, las investigaciones se enfocaron en conocer las creencias de los estudiantes; los resultados indicaban que todavía después de la instrucción los estudiantes continuaban utilizando estructuras alternativas para explicar y comprender diversos fenómenos.

En una segunda fase, los estudios se concentraron en la revisión de la metodología didáctica, de forma que se planificasen situaciones y experiencias que conduzcan a los estudiantes a revisar sus concepciones alternativas a favor de una explicación científica que origine un cambio conceptual (Posner, Strike, Hewson, y Gertzog, 1982; Driver, Guesne y Tiberghien 1989; Andersson 1986; Fensah, Gustone y White ,1994; Helldén, 1995).

Los resultados de las investigaciones sobre ideas y modelos de razonamiento de los estudiantes han sido fructíferos y han guiado el diseño de secuencias de enseñanza en las aulas de ciencia (Hodson, 1999). Una parte importante de estas investigaciones se han realizado

utilizando test escritos o entrevistas individuales. Si los test escritos permitían acceder a las ideas de un número más amplio de individuos, las entrevistas permitían penetrar con mayor profundidad en el pensamiento de los alumnos.

Las primeras explicaciones de la génesis de las ideas de los estudiantes se basaban en la consideración de que los niños actuaban como científicos (Kelly, 1955), de modo que, a partir de la experiencia cotidiana, generaban hipótesis que les permitían hacer predicciones sobre lo que iba a suceder. De esta forma se iban generando teorías personales que los niños iban adaptando y matizando a medida que se ampliaba su repertorio de experiencias. El aprendizaje de la ciencia se definió, entonces, como una construcción personal de nuevos significados a través del cambio conceptual (Posner et al., 1982); y la enseñanza de las ciencias se centró en exponer a los estudiantes ante nuevas experiencias que les permitiesen poner en cuestión sus ideas y construir nuevos significados más acordes con la ciencia escolar.

Otras investigaciones se han centrado en el aprendizaje de la ciencia como construcción social (Brown, 1992, Driver, Asoko, Leach, Motimer y Scott, 1994). Este marco teórico recoge aspectos sobre el aprendizaje social, el aprendizaje operando en distintos dominios y el aprendizaje de la ciencia como una inmersión dentro de una cultura.

Solomon (1983) argumentó que el proceso por el cual los niños construyen nociones para explicar el significado de sucesos es más social que personal; desde esta perspectiva, los niños ya no son individuos solitarios que construyen significados y elaboran modelos de la realidad por pensamiento lógico basado en la manipulación y observación de objetos. Se considera que, 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 et al., 1994).

Debido a que este tipo de conocimiento social es válido para la comunicación cotidiana no desaparece a favor de las explicaciones científicas. Como consecuencia, el aprendizaje de la ciencia es una cuestión de separar y razonar en dos dominios de conocimiento (Caravita & Halldén, 1994). Solomon utiliza los términos *life-wordl domain* (dominio de la vida real) y symbolic *domain* (dominio simbólico) para distinguir entre explicaciones que funcionan en un contexto de todos los días y las explicaciones requeridas en el colegio.

Las nociones de los niños son, pues, resultado de la interacción personal en contextos sociales (plano interpsicológico) y de apropiación – internalización (plano intrapsicológico) del conocimiento socialmente construido (Wertsch, 1993).

Aikenhead (1996) sugiere que aprender ciencias es una adquisición cultural que supone entender y aceptar la subcultura de la ciencia y las normas, los valores, las creencias las expectativas y la acción convencional de un grupo cruzando las fronteras de diferentes subculturas como la familiar, los compañeros y la escuela.

La visión de que aprender ciencias es la inmersión en una determinada cultura es también el marco del estudio de Ogborn, Kress y Martins (1998). Los autores describen una estructura de interacción y secuencia de sucesos que caracterizan las lecciones de ciencias. Un paso para conseguir que los estudiantes participen en el razonamiento científico es introducir fenómenos familiares en el contexto de la vida real dentro de una diferente estructura, en este caso, una estructura basada en las teorías y métodos científicos. En esta fase de "establecer diferencias" el profesor y su clase crean una tensión semiótica entre el razonamiento de la vida y las explicaciones formales utilizadas en la ciencia escolar.

Desde esta perspectiva, la enseñanza de la ciencia se ha descrito como un proceso de enculturalización, en donde los alumnos participan en procesos de indagación científica a través de actividades auténticas (Brown, Collins y Duguid, 1989). Estos autores consideran que en el aula se trabaja, tradicionalmente, bajo una perspectiva de cultura escolar pero no de cultura científica. La dificultad de los estudiantes para aplicar su conocimiento científico en otros contextos diferentes al dominio escolar es que no están inmersos en la "cultura científica", se les pide que resuelvan situaciones, pero no se les da las herramientas para hacerlo.

Es necesario planificar una formación en la cultura científica en situaciones cotidianas que favorezca la implicación de los estudiantes en la resolución de las situaciones planteadas en el aula para convertirlos en miembros de la "cultura científica" haciendo visible la frontera entre el dominio cotidiano (las explicaciones que funcionan en un contexto cotidiano) y el dominio simbólico (explicaciones en la escuela) (Solomon, 1989).

En esta línea, el marco teórico de la indagación propone la aplicación en el aula de problemas contextualizados (próximos al mundo real) y abiertos que permitan a los y las

estudiantes negociar significados y construir conocimientos en interacción social (Jiménez Aleixandre, 1998)

Otros autores (Lemke, 1997; Jiménez-Aleixandre y Puig, 2013) piensan que dominar el campo de las ciencias requiere dominar su forma especializada de utilizar el lenguaje para que los alumnos y alumnas sean capaces de construir significados con sus propias palabras.

El aprendizaje de las ciencias, desde la perspectiva de la argumentación no se basa exclusivamente en aprender contenidos científicos, sino también en desarrollar la capacidad de razonar acerca de las cuestiones y problemas científicos (Jiménez -Aleixandre, 1998).

Las palabras que leemos o escuchamos se deben ajustar a un patrón temático que nos resulte familiar para tener sentido, es decir, el proceso de aprendizaje se elabora a medida que el o la estudiante se aproxima al modo de "hablar científico".

Una forma de participar en la cultura científica es resolviendo problemas en pequeños grupos desde la perspectiva de la construcción social de la ciencia lo que posibilita que los y las estudiantes aprendan a negociar significados consiguiendo una mayor comprensión de los conceptos (Kelly, Carlsen, y Cunningham, 1993).

Este cambio de perspectiva explica el cambio en el enfoque de la investigación en didáctica de las ciencias, desde conocer las ideas de los estudiantes antes o después de realizar determinadas actividades de aprendizaje (a través de test o entrevistas individuales) a explorar cuestiones que tienen que ver con la interacción entre ciencia, lenguaje y comunicación en situaciones de aprendizaje a través del análisis del discurso. Un aspecto de estos análisis es conocer en qué medida se modifican los modelos de los estudiantes al participar en actividades discursivas.

Por otra parte, los aportes de la Psicología Cognitiva a la comprensión de los procesos de aprendizaje e instrucción han incrementado el interés de los investigadores en enseñanza de las Ciencias por los constructos teóricos con que la Psicología Cognitiva intenta describir las representaciones internas que las personas construyen de su conocimiento sobre el mundo.

Según Clement (2000) el aprendizaje se produce por medio de una evolución cognitiva de las concepciones y modelos iniciales de los alumnos, los cuales pueden servir de anclaje a los

nuevos modelos generados, hacia el modelo consensuado o aceptado por la comunidad científica. Esto quiere decir que es necesario distinguir entre conocimiento previo del estudiante y el conocimiento o contenido a enseñar, y diferenciar entre contenido científico y contenido escolar, considerando éste último como resultado de la transposición didáctica del primero y verdadero referente externo del aprendizaje (Oliva, Aragón, Bonat y Mateo, 2003).

Así, en los últimos años, el concepto de 'modelo' es uno de los más importantes para la investigación en la educación científica en los últimos años y ha originado una gran cantidad de publicaciones especialmente en el campo de la enseñanza de la física (Gilbert y Boulter, 2000).

Antes de describir los conceptos, modelos y teorías que los estudiantes utilizan en sus explicaciones sobre la materia y sus transformaciones, consideramos necesario profundizar en el concepto de modelo para contextualizar nuestro estudio.

La importancia de los modelos y de la modelización en la enseñanza de las ciencias

En la Didáctica de las Ciencias, la concepción de modelo ha venido cobrando paulatinamente más fuerza (Aduriz-Bravo, 2012; Dush y Erduran, 1996; Gilder y Boulter, 2000), de modo que puede constituir un foco de reflexión que origine prácticas exitosas de enseñanza con alumnado Sordo.

Los estudiantes y todas las personas, tenemos ideas, imágenes y lenguajes en nuestras mentes -representaciones mentales- que son importantes puesto que nos permiten dar sentido al mundo y a nuestras acciones en él; del mismo modo que para los científicos, los estudiantes piensan y actúan contrastando sus modelos conceptuales con la experiencia (Gardner, 2000; Nersessian, 1992).

Entendemos como "*modelo mental*" una representación que construimos en nuestras mentes para explicar un fenómeno real o imaginario y hacer previsiones con respecto a él, mientras que un "*modelo conceptual*" se crea para facilitar la comprensión o la enseñanza de sistemas físicos o de fenómenos naturales y son precisos, completos y coherentes con el conocimiento científico compartido (Greca et al., 2000).

Los modelos mentales, al ser construidos por personas, no son precisos, pero sí son funcionales y se van revisando continuamente, a través de la retroalimentación con el medio hasta que su función satisfaga las necesidades de la persona y le permita explicar lo cotidiano mediante la tarea de modelización.

Los alumnos traen a clase sus modelos mentales y los van reconstruyendo a través del modelo conceptual que se les transmite para explicar los modelos científicos, pero puede ocurrir que no tengan el conocimiento necesario para interpretar los modelos conceptuales, que no comprendan que el modelo conceptual es una representación simplificada e idealizada de fenómenos o situaciones -por ejemplo la teoría de partículas- y no el fenómeno o la situación en sí o que, directamente no construyan modelos mentales sobre un determinado fenómeno (Sanmartí, 2000).

Seok y Jing (2011) realizaron una revisión de la literatura sobre la naturaleza de los modelos y sus usos en el aula.

Para proporcionar una visión general de la naturaleza de los modelos y sus usos en el aula de ciencias, resumieron en cinco puntos los resultados de su estudio:

1. Definición de modelo: un modelo es una representación de un objeto que sirve como un "puente" que conecta una teoría y un fenómeno.
2. Fines con los que se utiliza un modelo: un modelo reproduce los roles de describir, explicar y predecir los fenómenos naturales y apoya la comunicación de ideas científicas a otros. Un modelo es útil cuando es capaz de explicar lo hechos para los que se busca una explicación y permite hacer predicciones sobre hechos futuros (Oliva y Aragón, 2009).
3. Multiplicidad de los modelos: un mismo objeto puede ser estudiado desarrollando múltiples modelos, ya que cada modelo puede tener sus limitaciones y, en conjunto, pueden explicar el fenómeno en su totalidad.
4. Los modelos cambian: Los modelos se prueban empíricamente y conceptualmente, y pueden cambiar con el desarrollo de los conocimientos científicos.
5. Usos de los modelos en el aula de ciencias: los profesores usan los modelos para demostrar cómo funcionan las cosas y explicar conceptos científicos complejos.

Acher (2006); Tiberghien, (1994) y White y Frederiksen (1998), entre otros muchos, reconocen la necesidad de considerar el modelado como un proceso clave en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde los primeros años de escolarización.

Según Acher (2014), involucrar a los estudiantes en prácticas científicas auténticas, como la de modelización, puede ayudarlos no solo a comprender conceptos científicos, sino también a entender cómo se construyen y evalúan las ideas en la ciencia. Para Izquierdo y Arduríz-Bravo (2005), la modelización es el proceso de transformación del mundo que se realiza cuando se piensa científicamente en él y presenta distintos niveles de complejidad.

Para ello, como indica Acher (2014), es necesario involucrar a los estudiantes de manera gradual y a lo largo de su escolarización en la práctica de la modelización e instaurar entre los profesores una visión de la modelización como una manera efectiva de desarrollar explicaciones científicas de fenómenos que incluyan ideas disciplinares claves.

En un mundo caracterizado por rápidos cambios, los alumnos necesitan, además de una instrucción general, poseer destrezas de comunicación, adaptación y un compromiso con el aprendizaje continuo (Millar y Osborne, 1998). Según Hodson (2003) se debería promover un modelo de enseñanza que ayude a las alumnas y alumnos a analizar situaciones y tomar decisiones sobre asuntos que tienen que ver con conocimientos científicos o bien con habilidades técnicas.

Teniendo en cuenta la importancia de los modelos y de su proceso de construcción en la ciencia y asumiendo como válidos los objetivos propuestos por Hodson (2003) para la enseñanza de ciencias Justí (2006), justifica el importante papel que los modelos deben desempeñar en la enseñanza de las ciencias, con la finalidad de aprender ciencia, aprender sobre ciencias y aprender a hacer ciencia.

Justí y Gilbert (2002) proponen un modelo cognitivo de la ciencia que plasma en un esquema el proceso que siguen los científicos en la construcción de modelos en general, y que puede servir a los profesores como una guía para implementar la modelización en el aula (Figura 3-1).

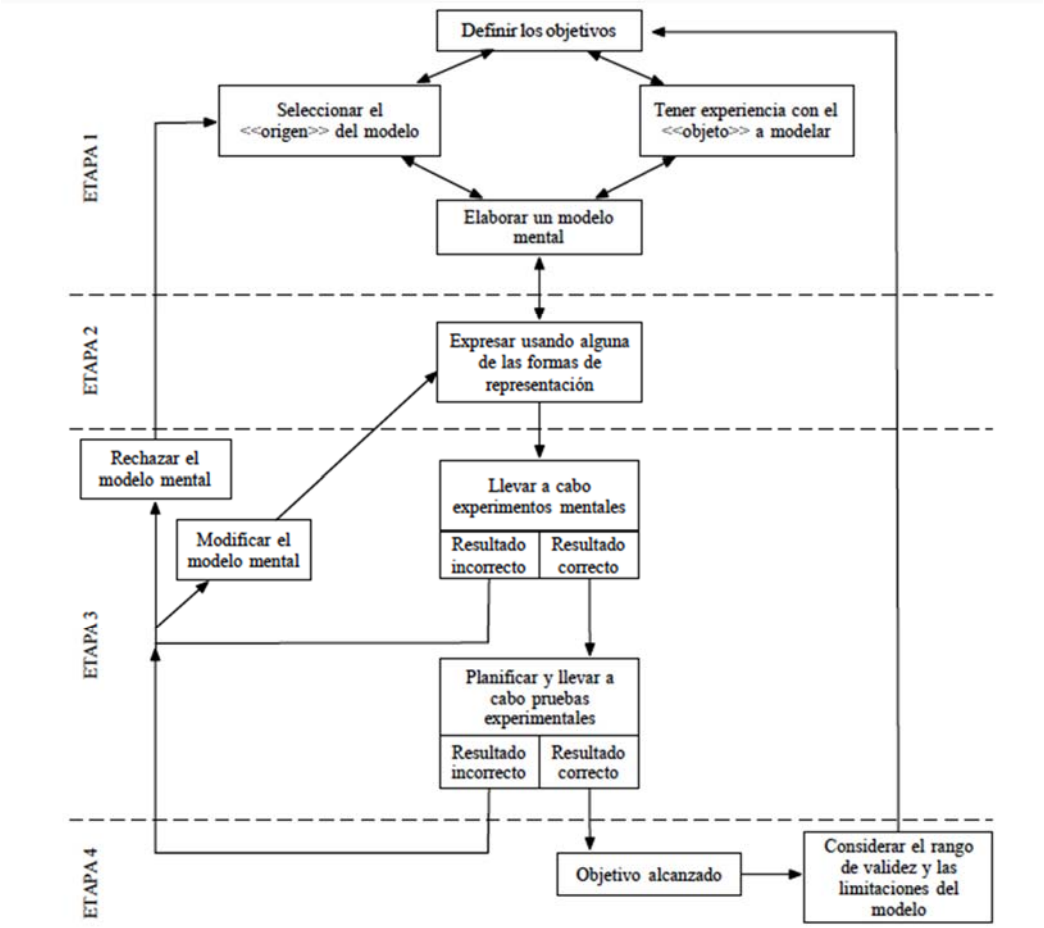


Figura 3-1: Diagrama de Modelización de Justí y Gilbert (2002)

En la primera etapa, se decide para qué se quiere usar el modelo, de dónde vamos a seleccionarlo y se construye el modelo. En la segunda etapa se define cómo representarlo (visualmente, matemáticamente, verbalmente, etc.). En la tercera etapa se revisa el modelo y o bien se aceptan los logros y limitaciones del modelo construido o bien se rechaza volviendo al punto de partida.

Seok y Jing (2011) indican que los estudiantes deben participar en todas las fases de la construcción de modelos, e incorporan además del modelo cíclico de Justí y Gilbert (2002), la evaluación de modelos alternativos que traten el mismo fenómeno o problema para que los alumnos seleccionen los más adecuadas para explicar el fenómeno o resolver el problema, tal y como lo hacen los científicos. De esta forma, se potencia su pensamiento crítico, se les ayuda

a organizar su conocimiento, y a que, simultáneamente comprendan e interioricen el proceso de generar explicaciones científicas.

Así, los modelos científicos pueden utilizarse para promover la capacidad de "hacer ciencia", cuando los estudiantes crean sus propios modelos y la posibilidad de argumentar sobre sus modelos mentales con otros estudiantes puede ayudarles a hacer más accesible la interiorización de determinados modelos científicos (Justí y Gilbert, 2002; Treagust, Chittleborough, y Mamiala, 2002).

Distintas investigaciones (Harrison y Treagust, 2000b; Izquierdo y Ardúriz-Bravo, 2005), señalan que una de las razones de las dificultades en el aprendizaje de la ciencia por parte de los estudiantes es que su aprendizaje requiere que los estudiantes reestructuren los modelos mentales que utilizan a la hora de explicar un fenómeno para conciliarlo con el modelo científico que fundamenta dicho fenómeno. Para Carretero y Limón (1997), los modelos mentales surgen del pensamiento espontáneo y de las ideas alternativas de los estudiantes que, una vez se han integrado en un modelo mental son mucho más difíciles de modificar que cuando forman parte de una representación más difusa.

Desde esta perspectiva, enseñar ciencias, implica facilitar la construcción de modelos mentales que permitan el uso significativo -no mecánico, automático o sin significado- de los modelos conceptuales de las Ciencias por parte de los alumnos. Para ello es necesario enseñar a los estudiantes a desarrollar las herramientas básicas para generar modelos mentales: bien creando simulaciones mentales, usando modelos mentales en contextos distintos por medio de analogías (Oliva y Aragón, 2009), o realizando simplificaciones y recortes de la realidad para hacer idealizaciones y abstracciones (Rodríguez y Moreira 2002b).

Desde una u otra perspectiva, el paisaje cambia al pensar en cómo aprenden ciencias los estudiantes Sordos.

3.3. Conceptos científicos, modelos y teorías utilizados por los estudiantes para explicar la materia y sus transformaciones

Las dificultades que tienen los alumnos en el aprendizaje de nociones relativas al modelo cinético-molecular parecen basarse en el arraigo de los modelos mentales alternativos que

utilizan para explicar fenómenos cotidianos, ya que les permiten explicar mejor sus experiencias cotidianas que los modelos científicos que se pretende enseñar (Murillo, 2013).

Benarroch (2000, 2001), indica algunas de estas dificultades:

a. Tendencia a imaginar la materia en términos macroscópicos, en vez de hacerlo a partir de su carácter discontinuo o molecular.
b. Predisposición a trasladar a las partículas las propiedades macroscópicas de un sistema.
c. Rechazo a considerar los gases como sistemas materiales.
d. La resistencia a interiorizar el movimiento de las partículas.

Kind (2004) llevó a cabo una revisión de las investigaciones sobre las ideas, modelos y teorías que utilizan los alumnos para explicar la materia y sus transformaciones.

En primer lugar, clasificó las ideas de los alumnos sobre la naturaleza corpuscular de la materia, alrededor de cuatro proposiciones que se muestran en la Tabla 3-1:

Tabla 3-1: Ideas y modelos utilizados por los estudiantes para explicar la naturaleza corpuscular de la materia. *(Adaptado de Kind, 2004)*

Ideas y modelos utilizados por los estudiantes para explicar la naturaleza corpuscular de la materia.
Tiene un modelo continuo de la materia.
Los estudiantes atribuyen propiedades macroscópicas a las partículas. Por ejemplo, las partículas pueden explotar, quemarse, contraerse, expandirse o cambiar de forma.
El espacio entre las partículas está ocupado.
El movimiento al azar de las partículas en líquidos y gases es difícil de percibir.
No utilizan un modelo consistentes, para explicar las fuerzas o "enlaces" entre partículas" de forma que un mismo estudiante puede imaginar que hay fuerzas presentes entre las partículas de los gases y no las hay entre las partículas de una sustancia en estado sólido.

En segundo lugar, clasificó las ideas de los alumnos sobre los cambios de estado que se muestran en la Tabla 3-2:

Tabla 3-2: Ideas y modelos utilizados por los estudiantes para explicar los cambios de estado. (*Adaptado de Kind, 2004)*

Ideas y modelos utilizados por los estudiantes para explicar los cambios de estado.
Los estudiantes no usan de manera consistente ideas sobre el modelo corpuscular para explicar los cambios de estado, y cuando lo hacen, indican que las partículas pueden expandirse, contraerse o romperse y que son estáticas.
Los cambios de estado son vistos como hechos aislados.
Son capaces de dar ideas científicamente correctas sobre el comportamiento del agua, pero no pueden aplicar el mismo razonamiento a otras sustancias.
Ideas sobre la condensación: no saben de dónde provienen las sustancias condensadas, y dicen, por ejemplo, que "atraviesa el vidrio" o que "se han pegado al mismo".
Ideas sobre la fusión y la congelación: piensan que las partículas del hielo se pueden encoger, expandir, disolver o fundir cuando se da el cambio a agua líquida. Utilizan con frecuencias los términos fundirse y disolverse como sinónimos
Piensan que la congelación ocurre solo a temperaturas "frías" y que congelar y fundir son dos fenómenos opuestos.

Clasificó también las ideas y modelos utilizados por los estudiantes para explicar los cambios químicos. Resumimos en la Tabla 3-3 algunas ideas generales que los estudiantes utilizan para explicarlos.

Tabla 3-3: Ideas y modelos utilizados por los estudiantes para explicar los cambios químicos en general. (*Adaptado de Kind, 2004)*

Ideas y modelos utilizados por los estudiantes para explicar los cambios químicos en general.
Atribuyen a las partículas, las propiedades macroscópicas de las sustancias.
Llegan a considerar dos formas del mismo elemento químico como sustancias diferentes, debido a variaciones estructurales macroscópicas, por ejemplo, entre una fibra y un clavo de hierro
Confunden los cambios de estado y las disoluciones con cambios químicos
La palabra "sustancia", por ejemplo, puede intercambiarse con "elemento" y "átomo".

A continuación, profundizamos en aquellas que integramos en nuestra investigación: la combustión de una vela, la descomposición térmica del azúcar y la descomposición de la materia y haremos una descripción más detallada de las investigaciones sobre los modelos que utilizan los estudiantes para explicar las reacciones químicas en general y en los tres procesos señalados en el Capítulo 6 de esta Tesis.

Andersson (1990) clasificó las respuestas de los estudiantes sobre las reacciones químicas en cinco categorías de explicación: no hay nada que explicar, transmutación, modificación, desplazamiento y reacción química. En las cuatro primeras categorizaciones los estudiantes realizan una transferencia del mundo macroscópico al microscópico. Para ellos, por ejemplo, si una sustancia se quema, también se queman sus átomos.

A pesar de que la categoría de interacción química es la que se presenta en la enseñanza, los estudiantes siguen utilizando las otras categorías en sus razonamientos, que se basan en lo que perciben.

Las ideas de los alumnos sobre la combustión de una vela han sido exploradas por varios autores Meheut et al., 1985; Boujaoude, 1991, y Watson et al., 1997) y los resultados de sus investigaciones revelan respuestas similares.

Meheut y colaboradores (1985), encontraron que cerca de 25 por ciento de alumnos de 11 y 12 años de edad describen el cambio como una “fusión”. Boujaoude (1991) encontró que los alumnos de 14 años de edad que piensan que una vela disminuye su tamaño porque la cera se evapora e ignoran el papel de la llama. Algunos estudiantes piensan que la llama de la vela se debe a que el " el pabilo se quema”, pero no la cera (Boujaoude, 1991). El autor señala que la falta de conocimientos sobre el modelo de partículas que forman la materia contribuye a esta persistencia de los estudiantes en aplicar un modelo de “cambio de estado” para la combustión.

Watson et al. (1997) describen las explicaciones dadas por 150 alumnos de 14 y 15 años de edad en España y Gran Bretaña a preguntas sobre lo que pasa cuando una vela se encierra en un recipiente y se apaga en pocos segundos. Encontraron tres tipos de esquemas correspondientes a las categorías “reacción química”, “transmutación” y “modificación” del modelo de Andersson (1990).

Los autores señalan que los estudiantes que utilizaban un esquema de transmutación (la materia se transforma en calor, el oxígeno “alimenta la llama” y la masa no se conserva) tienden a utilizar este pensamiento en forma consistente en diversas situaciones y lo atribuyen a las limitaciones de la experiencia de los estudiantes, ya que les “funciona” bien para combustibles que contienen carbono y oxígeno.

Un segundo grupo empleaba la categoría de modificación (no reconocen el papel del oxígeno en el cambio, o bien, la llama es la fuente de calor para la reacción) y adaptaban su razonamiento dependiendo de las características de la sustancia que se quemaba.

Un tercer grupo utilizaba una mezcla de ideas de reacción química y de transmutación. Watson et al. (1997) sugieren que aquellos estudiantes cuyas respuestas eran inconsistentes podrían estarse moviendo de una “teoría” a otra para explicar la combustión. También señalan que en las explicaciones los estudiantes no tienen en cuenta la formación del dióxido de carbono y del vapor de agua, el peso de los gases y la existencia de átomos y moléculas.

Johnson (1997b) categorizó las explicaciones de los estudiantes sobre la combustión de una vela de un modo diferente pero relacionado con las categorías de Andersson (1990).

En un nivel inferior, los estudiantes piensan que la cera se evapora, lo que podría adaptarse a las categorías de desplazamiento o modificación de Andersson. En el siguiente nivel, explican que la cera se convierte en "humo" o en agua, pero no reconocen el papel del oxígeno , lo que podría ser una versión de la categoría de transmutación. El siguiente nivel se acerca a la idea de cambio químico y reconocen la interacción con el oxígeno y la formación de dióxido de carbono y vapor de agua.

Más adelante, Gabel, Monaghan, Makinster y Stockton (2001) realizaron un estudio dirigido a conocer cómo explicaban los estudiantes que una sustancia se estaba quemando. Los resultados señalaban que la mayoría de estudiantes no eran capaces de inferir los indicios de una combustión en fenómenos como la descomposición térmica del azúcar.

Respecto a las explicaciones de los estudiantes sobre la descomposición de la materia Helldén (1995) estudió la comprensión de los fenómenos de descomposición de la materia, en base a las investigaciones de Andersson (1990) y otros investigadores acerca de la transformación de la materia. Concluye que los estudiantes saben que cuando un organismo

muere se descompone, pero no reconocen el agua y el dióxido de carbono como productos de descomposición. Tampoco reconocen que durante la putrefacción otros materiales pasan a formar parte del ambiente y no citan en sus respuestas la existencia de organismos presentes en la putrefacción. Para ellos, la descomposición significa que los materiales fueron consumidos, usados, partidos o desaparecieron y el suelo es el punto final de la materia descompuesta y no un estado en el ciclo de la materia. Es decir, las lagunas que aparecen en sus respuestas sobre la conservación de la materia, se explica porque no tienen una teoría general que explique este fenómeno en diferentes contextos.

Helldén, sugiere crear un ambiente en el aula donde los y las estudiantes puedan reconocer, discutir diferentes opiniones y reflexionar sobre sus propias ideas sobre la descomposición.

3.4 Comunicación y argumentación en el aula de ciencias

Osborne y Patterson (2011) indican que los y las estudiantes en general, necesitan una serie de habilidades pragmáticas que les ayuden a argumentar sus opiniones y estas habilidades llevan implícitas la síntesis de la información y la formulación de argumentos y explicaciones propias (Russ, 2008).

Algunos autores (Osborne y Patterson, 2011; Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003; Sarda y Sanmartí, 2000) sostienen que las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas y que el conocimiento de las formas de hablar y de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su evolución.

Si la argumentación es esencial en la ciencia escolar para que los estudiantes puedan respondan a las preguntas con sus explicaciones y construyan un argumento, es necesario que se hagan sus propias preguntas y luego usen las evidencias y los datos para apoyar sus respuestas (Jones, 2014).

Según Deanna Khun (1993) el diseño curricular está demasiado enfocado al aprendizaje de contenidos científicos y da pocas oportunidades para que los estudiantes desarrollen destrezas de argumentación en el aula por lo que parece necesario incluir actividades o unidades que ayuden a los estudiantes a razonar acerca de cuestiones y problemas científicos. La

argumentación es una práctica que analiza la construcción del conocimiento científico y fomenta el escepticismo crítico además de mejorar la comprensión de las y los estudiantes de los conceptos científicos (Kuhn, 1993, Osborne, 2010).

El aprendizaje de las ciencias, desde la perspectiva de la argumentación, no se basa exclusivamente en aprender contenidos científicos, sino también en desarrollar la capacidad de razonar acerca de las cuestiones y problemas científicos (Duschl y Osborne, 2002; Jiménez-Aleixandre, 1998, Jiménez -Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003).

Según Jiménez-Aleixandre y Puig (2010), hay dos razones fundamentales para integrar en las aulas la argumentación:

1) La primera porque el diálogo argumentativo es una construcción social que requiere a los participantes justificar sus conclusiones a partir de pruebas válidas. Así, en el caso de la argumentación científica, las pruebas deben estar apoyadas por fundamentos científicos que las validen.
2) La segunda porque la ciencia no es estática, sino que continuamente se aportan nuevos datos que obligan a reformular sus fundamentos. De esta manera, la argumentación también contribuye a que los estudiantes modifiquen su idea de la ciencia como un conjunto de verdades absolutas.

El uso de actividades basadas en la argumentación, por otra parte, mejora el uso del discurso epistémico en el aula de ciencias, ya que exige a los estudiantes que consideren puntos de vista opuestos y evalúen críticamente cual es el mejor y por qué, creando argumentos y contra-argumentos (Christodoulou y Osborne, 2014).

Zeidler (1997), identificó cinco razones que explican las dificultades de los estudiantes a la hora de exponer sus argumentos:

1. Problemas de validez: los estudiantes tienden a apoyar un argumento si creen que tiene más premisas a favor, aun cuando vaya en contra de lo que ellos realmente opinan.
2. Tienden a seleccionar los argumentos favorables a una premisa y prestan poca atención a los datos que no están conformes con dicha premisa.
3. Para ellos los argumentos que consolidan sus opiniones son más importantes que aquellos que van en contra de su opinión.

4. Generalmente, tienden a hacer conclusiones antes de examinar todos los datos.
5. La mayoría de los estudiantes tienen solo en cuenta las evidencias que se les presentan y hacen afirmaciones sobre el contexto del problema o incluso introducen inferencias a otros contextos.

Estas dificultades son todavía más importantes en el caso de estudiantes Sordos (Moeller et al., 2007; Jeanes, Nienhuys, y Rickards, 2000; Jones, 2014).

Para superar estas dificultades la ciencia escolar debe dar oportunidades a los alumnos para que establezcan discursos de aula en los que puedan desarrollar sus habilidades argumentativas.

Según Driver, Newton y Osborne, (2000) la razón principal por la que la argumentación no está integrada en las prácticas habituales en las aulas de ciencia, se explica por las limitaciones pedagógicas de los docentes y su comprensión limitada de la naturaleza de la ciencia.

Si los docentes muestran pocas habilidades para desarrollar las habilidades argumentativas en el aula, parece crucial mejorar la competencia de los docentes en la argumentación en el aula (Driver et al., 2000), cuanto más si hay una limitación lingüística, como en el caso de los alumnos Sordos.

Una forma de participar en la cultura científica es resolviendo problemas en pequeños grupos, desde la perspectiva de la construcción social de la ciencia, lo que posibilita que los y las estudiantes aprendan a negociar significados consiguiendo una mayor comprensión de los conceptos, "enculturizándose" en la práctica discursiva propia de la actividad científica. (Erduran y Jiménez-Alexaindre, 2008; Kelly, 2008)

La visión de que aprender ciencias es la inmersión en una determinada cultura es también el marco del estudio de Ogborn et al (1998). Los autores describen una estructura de interacción y secuencia de sucesos que caracterizan las lecciones de ciencias. Recomiendan situar el fenómeno a estudiar en el contexto de la vida real, dentro de una diferente estructura, en este caso, una estructura basada en las teorías y métodos científicos, para conseguir que los estudiantes participen en el razonamiento científico.

3.5 Investigación educativa sobre niños sordos relevante para la Enseñanza de las Ciencias

La investigación en educación científica (Campanario, 1999; García-Barros y Martínez Losada, 2001) indica que no se atiende suficientemente a las necesidades de aprendizaje de los alumnos y que en las clases de ciencias el objetivo principal debería centrarse en habilidades de pensamiento y razonamiento científico más que centrarse en el libro de texto. Si esto es un hecho: ¿Cómo podemos atender las necesidades específicas de las y los estudiantes Sordos en el aula ordinaria? ¿Qué metodología debemos integrar en el aula de ciencias que sea lo suficientemente creativa y flexible para responder a las necesidades y características de las y los estudiantes Sordos?

En los párrafos siguientes hemos tratado de hacer una revisión de algunas de las premisas que surgen de la investigación en Didáctica de las Ciencias con alumnado Sordo. Esperamos que sean de utilidad para los docentes de ciencias en el aula inclusiva y que den pie a futuras investigaciones.

Existen pocas investigaciones en el área de la educación científica para estudiantes Sordos, ya que la mayoría de las investigaciones didácticas dirigidas a este colectivo, en general en el mundo y en particular en nuestro país, se han enfocado en el área de lingüística y sobre sus competencias comunicativas y la modalidad de escolarización y, en menor cantidad, en el área de las matemáticas. Así Wang (2011) encontró que en los últimos 40 años solo 12 estudios en todo el mundo, analizaban la enseñanza de las Ciencias en estudiantes Sordos.

Para nuestro estudio hemos utilizado las revisiones de la literatura más relevantes en esta área (Jones, 2014, Wang, 2011; Easterbrook y Stephenson, 2006; Moores, 2001).

Algunas de estas revisiones toman como punto de partida la década de los 90, pero nosotros consideramos imprescindible remitirnos a épocas anteriores para mostrar la evolución de las líneas de investigación en esta área.

En 1964, Furth planteó la hipótesis de que las personas Sordas, debido a su déficit auditivo, desarrollan una estructura cognitiva diferente. Para explicar por qué los adultos Sordos desarrollan una vida similar a los adultos oyentes, pese a los pobres resultados en los test que

evaluaban y comparaban sus habilidades cognitivas, el autor cuestionó la importancia excesiva que los y las profesoras daban al aprendizaje verbal de las niñas y niños Sordos.

Para corroborar sus hipótesis, utilizó test no verbales y comparó los resultados de diferentes pruebas en grupos de alumnos oyentes y Sordos prelocutivos de la misma edad.

Para ello realizó distintas pruebas sobre descubrimiento de conceptos y control, memoria y percepción, pruebas piagetanas y de clasificación lógica que se muestran en la Tabla 3-4.

Tras el análisis de los resultados, Furth concluye que:

1. Los malos rendimientos en los test de carácter verbal están directamente relacionados con la deficiencia lingüística de las Personas Sordas.
2. La falta de curiosidad intelectual y de búsqueda de información que mostraban los alumnos Sordos en las respuestas a las preguntas y su inseguridad o pasividad, se atribuye a los problemas que genera el déficit lingüístico y experiencial, que, en situaciones de descubrimiento intelectual no estructuradas, no utilizaban los principios de la misma forma que los niños oyentes.
3. Furth (1964) atribuía estas diferencias al entorno social de los niños Sordos, estableciendo que la relación entre entorno y desarrollo intelectual es más importante que la relación entre competencia lingüística e inteligencia (ver Tabla 3-4).

Tabla 3-4: Resultados de las experiencias realizadas por Furth (1964)

Experimento	Prueba	Edad	Comparativas con oyentes	Posible causa
1. Descubrimiento de conceptos y control				
Identidad, simetría y oposición.	Señalar figuras geométricas simétricas, idénticas y opuestas.	7-12	Resultados análogos en identidad y simetría, inferiores en oposición.	Mayor ventaja de los oyentes por el acceso temprano a una lengua.
Descubrir semejanzas	Asociación de imágenes. Asociación de palabras.	8 y 16	En los adolescentes los resultados eran análogos, en los niños inferiores a los alumnos oyentes.	Limitación de experiencias en los niño/as Sordos/as que limita el trabajo de descubrimiento. Esta dificultad no es permanente.
Descubrimiento de conceptos y control	Elección de pares de dibujos ilustrativos de conceptos.	6-14	Similares a los de los y las oyentes.	
2. Memoria y percepción				
Amplitud de la memoria	Memorizar formas de manera secuencial y simultánea.	12-16	Muy parecidos entre los dos grupos de estudiantes.	El funcionamiento interno de la memoria no tiene que ver con el lenguaje.
Amplitud de la memoria	Memorizar dígitos.	12-16	Inferiores en los estudiantes Sordos.	Aunque ambos grupos los verbalizan (con voz o con las manos), los niños Sordos tienen menos oportunidades de ejercitar la memoria de dígitos en otras áreas (Historia, etc.)
3. Pruebas piagetianas				
Conservación del peso.	Evaluar el peso de dos bolas de barro antes y después de variar su forma	8	Similares a los de los alumnos oyentes con dos años menos de edad.	Déficit experiencial respecto a las y los compañeros oyentes.
Conservación de la cantidad de líquido.	Dos vasos con diferentes anchura ¿Cuál tiene más agua?	12-14	Resultados similares en ambos grupos.	
4. Clasificación lógica				
Transferencia de clasificación.	Clasificar cuatro tipos de estímulos (forma, color, mismo y diferente) en distintas secuencias.	> 18	En la transferencia que exigía un dominio conceptual no había diferencia, pero sí en las que se necesitaba verbalización.	Dificultades lingüísticas.
Rendimiento conceptual de adultos Sordos.	Test de colores y forma.	20-50	No hay diferencias.	

En su libro "Pensamiento *sin lenguaje"* (1966) indica que tal vez el fracaso lingüístico del niño Sordo se entiende mejor por el hecho de que nosotros aceptamos la sordera y, paradójicamente, rechazamos la carencia de habla.

Según el autor, el pensamiento científico está influenciado por un medio social favorable en el que se desarrolle la motivación para el razonamiento científico, y la escuela debe aportar la motivación suficiente para este tipo de razonamiento. Así, un niño Sordo fracasa en su adquisición del lenguaje, porque se le enseña demasiado tarde y de forma equivocada, lo que le impide además participar social y emocionalmente en su entorno más próximo, como la familia o la escuela.

Todos estos factores le llevaron a reflexionar sobre la necesidad de utilizar métodos de instrucción y comunicación no verbales desde la primera infancia, aconsejando la utilización por parte de los padres de un sistema gestual, acompañado de un código verbal desde el nacimiento para comunicarse con sus hijos Sordos con el fin de desarrollar en ellos una buena competencia lingüística.

Las implicaciones directas de la investigación y la publicación de su libro "*Pensamiento sin Lenguaje"* (1966), hicieron variar el enfoque de las investigaciones psicológicas posteriores que se orientaron hacia las estrategias y estilos de procesamiento de la información que utilizaban los y las estudiantes Sordos/as en el aula.

A partir de este momento se produce un auge en las investigaciones dirigidas a diseñar y evaluar experiencias en el aula que atendiesen a la Enseñanza de las Ciencias de la población Sorda escolarizada. Muchas de ellas proceden de lugares de referencia en la educación de Sordos, por ejemplo, la Universidad Gallaudet y del Instituto Nacional Técnico para Sordos o de asociaciones como Alexander Graham Bell, todos ellos en Estados Unidos.

Dado que el interés principal de esta tesis es el de profundizar en los procesos de enseñanza aprendizaje de los alumnos Sordos, hemos resumido la información recopilada centrándonos en una serie de parámetros directamente relacionados con esta área que puedan ser de utilidad para un docente con alumnado Sordo en el aula de ciencias, a la vez que contextualizan el diseño de la investigación en curso.

Para ello hemos dividido este apartado en 4 subapartados:

3.5.1. Uso de modelos en la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo.

3.5.2. Lenguaje y argumentación en la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo.

3.5.3. Indagación en el aula de ciencias con alumnado Sordo.

3.5.4. Estrategias de enseñanza adaptadas a las características de los estudiantes Sordos.

3.5.1. Uso de modelos en la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo

Como ya tratamos en el epígrafe 3.2 de este capítulo, entendemos como "*modelo mental*" una representación que construimos en nuestras mentes para explicar un fenómeno real o imaginario y hacer previsiones con respecto a él, mientras que un "*modelo conceptual*" se crea para facilitar la comprensión o la enseñanza de sistemas físicos o de fenómenos naturales. En las aulas de ciencias, profesores y alumnos intentan enseñar y aprender modelos conceptuales, "reconstruyendo" sus modelos mentales.

Roald y Mikalsen (2000, 2001) mostraron que los alumnos Sordos tienen concepciones de los hechos científicos similares a las de sus compañeros oyentes, pero tiende a desviarse significativamente a lo largo de la escolarización. Los autores relacionan este hecho, al menos en parte, por la falta de experiencia con el razonamiento científico y los modelos mentales necesarios para la comprensión y la integración de nuevos hechos científicos. Molander (2001) comparó las respuestas entre estudiantes oyentes y estudiantes Sordos en un colegio bilingüe, con el fin de analizar los modelos científicos que utilizaban para explicar experiencias cotidianas. Para ello analizó las respuestas a un cuestionario escrito sobre la combustión del magnesio y una serie de entrevistas individuales acerca de la descomposición de la materia. Los resultados revelaron la escasa utilización de razonamientos basados en modelos científicos en estos alumnos, así como una escasa conexión entre el dominio simbólico y el dominio de la vida real (Caravita & Halldén, 1994).

En la misma línea, Lima-Salles, Salles y Bredeweg (2004), llevaron a cabo una amplia investigación sobre el análisis de modelos en la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo en

Estados Unidos y Brasil, esta vez acompañados de un vocabulario conciso para describir los fenómenos estudiados. Los resultados indicaban que el uso de modelos son una herramienta apropiada para la adquisición de conceptos científicos, la mejora de las competencias lingüísticas y el razonamiento inferencial en los estudiantes Sordos.

3.5.2. Lenguaje y argumentación en la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo

Como ya citamos en el epígrafe 3.2 de este capítulo, la investigación en enseñanza de las ciencias, especialmente en la última década se ha enfocado hacia la práctica de la indagación y la argumentación en las aulas de ciencias (Duschl, Schweingruber y Shouse, 2007). Se cree que la argumentación juega un papel importante en el aprendizaje de las ciencias tanto en el proceso de pensamiento y razonamiento científico como en el desarrollo de la comprensión conceptual (Christodoulou y Osborne, 2014).

El potencial de las Personas Sordas es semejante al de los oyentes (Fhurt, 1964, 1966; Marchesi, 1992) y, por tanto, podríamos esperar que su competencia argumentativa estuviese al mismo nivel que en los alumnos oyentes.

Las Personas Sordas pueden no tener dificultades en la síntesis de la información dependiendo de su competencia lingüística, pero sí las tienen para discutir y argumentar, porque no han desarrollado los hábitos de explicar sus puntos de vista o defender sus posturas en ambientes educativos que les ofrecen interacciones comunicativas restringidas (Silvestre,1998). Esta falta de experiencia argumentativa, les conduce más que a justificar su postura, a repetir sus propios deseos Wood (1991) y generalmente intervienen poco en los debates orales.

En el caso de los estudiantes Sordos, estudios sobre sus habilidades pragmáticas (Lederberg y Everhart, 2000; Jeanes, Nienhuys y Rickards, 2000; Santa Olalla, 2010) indican que son menos eficaces para pedir aclaraciones y menos propensos a hacer preguntas que los estudiantes oyentes.

En resumen, la actividad argumentativa es difícil de realizar para los estudiantes Sordos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), pero la instrucción en habilidades argumentativas,

desde la Educación infantil, y el diseño de métodos para recoger sus intervenciones puede ayudar a los estudiantes Sordos a mejorar esta competencia (Santa Olalla, 2010).

Argumentación escrita

Respecto a la argumentación escrita, Pau (1995), Patalano (2015) y Sutton (1990) señalan que los alumnos Sordos muchas veces no entienden las preguntas escritas que el profesor les hace y en segundo lugar que la simbología del lenguaje científico y el uso de neologismos para designar conceptos nuevos dificulta la elaboración de sus respuestas

Esta coincidencia de términos del lenguaje general y del lenguaje científico, favorece la aparición de concepciones alternativas en el aprendizaje de los conceptos científicos y obliga al estudiante Sordo a aprender nuevas definiciones para palabras familiares, lo que puede ocasionar dificultades semánticas graves a la hora de argumentar.

Según Sutton (1990) la argumentación escrita necesita del diseño de prácticas que permitan al alumnado Sordo pensar y escribir. El autor propone una serie de condiciones básicas para la adquisición y uso de lenguaje científico en los textos entre las que podemos destacar: materiales de fácil lectura con un alto componente visual, introducir términos científicos basándose en los conceptos que representan más que en las palabras que aparecen en los libros de texto y relacionarlos con la vida cotidiana, y elaborar glosarios de términos que faciliten la comprensión lectora.

En esta línea, Lang y Albertini (2001) examinaron 228 muestras de textos escritos de estudiantes Sordos de Secundaria en Estados Unidos y las explicaciones y reflexiones de sus profesores, desde el marco teórico de la semiótica social.

Utilizaron cuatro tipos de estrategias y en cada una de ellas analizaban diferentes aspectos de la construcción del conocimiento:

Pieza creativa. Desarrollo metalingüístico utilizando metáforas, analogías, etc.

Escritura libre guiada. Trabajo por etapas.

Doble entrada. Utilizaban un párrafo de un periódico y opinaban sobre el texto.

Reflexión de final de clase. Presentaban tres o cuatro ideas fundamentales de lo que habían aprendido al finalizar la clase.

Los resultados de este estudio revelaron una mayor comprensión de los conceptos científicos, mejora de las habilidades de predicción y observación de un fenómeno, desarrollo de nuevos conceptos y transformación de antiguos conceptos, así como la construcción de nuevos conocimientos. Además, los profesores y profesoras fueron 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.

Patalano (2015) indica que escribir y leer ciencias ayuda a los estudiantes Sordos a consolidar sus experiencias científicas a la vez que desarrolla sus habilidades de comprensión lectora de las y los estudiantes Sordos.

Yore (2000) destaca que el uso de la escritura y la lectura en ciencias ayuda a desarrollar las estrategias metacognitivas de este colectivo de alumnos y les ofrece oportunidades para generar nuevas ideas sobre un tema.

Uso de Lenguas de Signos y argumentación

En el caso de los alumnos Sordos en un aula inclusiva, el profesor debe ayudarles a construir argumentaciones y a participar en el discurso de aula. En el caso de los alumnos Sordos profundos, es a través del intérprete como dan a conocer sus ideas razones y/o argumentos, lo que integra un elemento más en el canal comunicativo. Por ejemplo, cuando no existe un signo el intérprete utiliza la dactilología para deletrearlo, lo que puede influir en la comprensión del concepto a transmitir ya que no da la suficiente información contextual (Jones, 2014).

Según Jones (2014) se puede argumentar que el uso de LSE sería la forma más apropiada para que los estudiantes Sordos accediesen a los conceptos científicos como un recurso valioso en la educación, pero, una gran mayoría de profesores desconocen esta lengua, no todos los signos están normalizados y no todos los estudiantes Sordos la utilizan, y, entre los que la utilizan, no todos lo hacen en un nivel cognitivo suficientemente para hacer pleno uso de ella.

Aun con estas dificultades, utilizar vocabulario específico con alumnos Sordos mejora la calidad de sus argumentaciones y asegura la correcta comprensión de las argumentaciones signadas (Marshack, Convertino, Macias, Monikowski, Sapere, y Seewagen, 2007; Moeller y Shick ,2006).

Molander, Hallden y Lindahla (2007 y 2010), estudiaron las discusiones en grupo sobre temas relacionados con la energía y ecología con alumnos Sordos y oyentes suecos entre 13 y 15 años. Los resultados muestran que los diálogos son menos elaborados para alumnos Sordos que para los oyentes, porque los diálogos entre alumnos oyentes tienen más posibilidades de convertirse en 'una actividad productiva conjunta", ya que disponen de un vocabulario mayor para argumentar.

En su estudio señalan que, para los alumnos Sordos, las diferencias en la connotación entre las palabras suecas como “energía”, “ciclo” o “nutrientes”, tienen significados ambiguos en la lengua oral sueca y los signos utilizados conducen a la incertidumbre y actúan como barreras en la argumentación de los estudiantes.

Otras experiencias inciden en el diseño de actividades que faciliten la argumentación a través del uso de recursos visuales y apoyos específicos. Así, Ballen (2010), diseñó un conjunto de actividades diseñadas con el objetivo de desarrollar la competencia argumentativa aplicada en el discurso académico de los estudiantes Sordos en la asignatura de Biología con niños Sordos de 12-14 años en Lengua de Señas Colombiana. En las secuencias didácticas donde se privilegiaba la parte visual a través de presentaciones, mapas conceptuales, relación de imágenes y conceptos de apoyo a las explicaciones del profesor y de un intérprete que actuaba de canal de comunicación entre las dos lenguas. Los resultados fueron muy satisfactorios.

A tenor de las investigaciones, parece que la calidad de las argumentaciones está muy ligadas al desarrollo de un vocabulario científico comprensible y estandarizado y que los soportes gráficos pueden contribuir positivamente en el desarrollo de las habilidades de argumentación.

Una línea reciente de investigación en enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo, equipara las dificultades argumentativas de los estudiantes Sordos con las de los alumnos que utilizan lenguas diferentes a las mayoritarias. Según Marshack (1993) las dificultades en la

lectura y escritura de los alumnos Sordos son muy similares a las de los alumnos inmigrantes que no hablan la lengua mayoritaria.

Andrew et al. (2006) realizaron una investigación dentro del programa de formación a docentes integrado en un proyecto de la National Science Foundation en la Universidad Lamar (EEUU). El estudio hacía hincapié en el aprendizaje de una 2º lengua (el inglés) para alumnos Sordos e hispanos y en el desarrollo de técnicas efectivas de enseñanza de las ciencias, entre ellas la argumentación. Las siete escuelas participantes colaboraron para desarrollar materiales de enseñanza de la ciencia que promoviesen el interés y el conocimiento de los niños bilingües sobre la ciencia. Las actividades estaban apoyadas visualmente y se fundamentaban en la investigación didáctica actual, además de incorporar elementos tecnológicos y culturales.

Los maestros se reunían dos veces al año para recibir formación en estrategias de aprendizaje junto con las estrategias de alfabetización bilingüe (Simms, Andrews y Smith, 2005; Cappellini, 2005) que apoyasen el desarrollo de la competencia argumentativa de los estudiantes Sordos e hispanos.

Los resultados fueron muy satisfactorios, tanto en la mejora de la comprensión, 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, así, muchos alumnos tienen pocas habilidades en su lengua materna (Lengua de Signos Americana o español), y todos tienen distintos niveles de competencia lingüística en la segunda lengua (inglés) 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 2º lengua.

Como diferencias entre ambos colectivos, los autores indican que los alumnos hispanos oyentes pueden aprender a leer y escribir su lengua materna (español) y luego transferir este conocimiento de los conceptos científicos, pero no así una gran parte del alumnado Sordo, ya que el ASL, como otras lenguas, no tiene forma escrita.

Como estrategias de desarrollo del idioma, los profesores utilizaron la taxonomía de Bloom, en los tres idiomas, imágenes digitales de lugares familiares para enseñar conceptos

científicos y generar discusiones, así como software de creación que combina imágenes y texto en los tres idiomas.

Para atender a los aspectos sociolingüísticos en el aprendizaje de las lenguas, se incorporaron cuentos populares mexicanos 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 ASL y por vía oral al español (Lang y Meath-Lang, 1995). Se completó el mismo proceso para las biografías de científicos hispanos.

Respecto al aprendizaje de las ciencias, se 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, uso de imágenes visuales como un componente clave, en lugar de una herramienta de apoyo, vídeos con subtítulos en ASL y en español, excursiones de campo e intercambios sociales, trabajo por proyectos y apoyo tecnológico, entre otros.

La Tabla 3-5 resume muchas de las estrategias bilingües con las que trabajan los docentes en el nivel K8 de enseñanza en ciencias (equivalente a 2º de ESO), basada en las experiencias de distintos autores (Cappellini, 2005; Li, 2005; Simmset al., 2005; Freeman y Freeman,1998; Meath-Lang y Lang, 1995) y que puede servir de orientación a profesores con alumnado Sordos e inmigrantes en sus clases de ciencias.

Tabla 3-5: Estrategias de enseñanza bilingüe para alumnos Sordos e inmigrantes hispanos

Alumnos Sordos bilingües	Alumnos hispanos bilingües
Traducción	**Traducción**
Pre-View-Review (Li, 2005).	Pre-View-Review (Freeman y Freeman 1998).
Dactilología (Padden y Ramsey, 2000).	Cambio de código (Freeman y Freeman, 1998).
Historias signadas, lecciones de mini-Gramática en ASL, discusiones en ASL, resúmenes en ASL (Simms et al., 2005).	Lectura en voz alta y debates en español, lectura guiada, lectura compartida, lectura independiente, Círculos de Literatura (Cappellini, 2005).
Lectura y signado de historias, lectura guiada, ASL/inglés mini-lecciones de gramática, Dactilología (Simms et al., 2005).	Lectura en voz alta, lectura guiada, lectura compartida, lectura independiente, Re-narraciones y círculos de literatura en inglés. (Cappellini, 2005).
El uso de la dactilología para ampliar su vocabulario (Padden y Ramsey, 1998).	El uso de cognados (palabras que se pronuncian igual, pero pueden o no significar lo mismo, por ejemplo: library que no es librería, sino biblioteca. (Cappellini, 2005).
Cultura Sorda: dar a conocer científicos Sordos (Lang y Meath-Lang, 1995).	Cultura México-Americana: dar a conocer científicos hispanos).
Informes de laboratorio y revistas en Inglés escrito y filmado en cinta de vídeo en ASL (Simms et al., 2005).	Informes de laboratorio de ciencia y revistas en español escrito y en Inglés escrito.
Escritura guiada, ASL / Inglés, mini-lecciones de gramática, lecciones de escritura, dactilología (Simms et al., 2005).	La escritura guiada, Español / Inglés, lecciones de mini-gramática , talleres de escritores.

3.5.3. Indagación y enseñanzas de las ciencias con alumnado Sordo

Akram, Mehboob, Ajaz, y Bashir (2013), investigaron y compararon la comprensión de los conceptos científicos de estudiantes Sordos y oyentes de 10 años en Pakistán, mediante una prueba basada en el análisis de ítems curriculares de los conceptos científicos. El análisis de los datos mostró que los estudiantes oyentes son más competentes en la comprensión de los conceptos científicos en comparación con sus homólogos Sordos.

Los autores relacionan las posibles causas de los malos resultados, a la poca práctica científica y a los métodos de enseñanza tradicional.

Estos resultados nos animan a incluir en este estudio, una revisión de la vertiente de investigación sobre estudios centrados en la metodología utilizada en las aulas de ciencias con alumnado Sordo, destacando entre todas la indagación.

La indagación como modo de aprendizaje parte de una idea del estudiante como alguien que resuelve problemas, es decir, que formula hipótesis, busca información en distintas fuentes, planifica investigaciones, recoge analiza e interpreta datos, hace explicaciones y predicciones y comunica resultados (National Research Council 1996). Este tipo de objetivos relacionados con la reflexión sobre el conocimiento son los que Duschl y Gitomer (1996) denominan epistémicos. Como indica Jiménez- Aleixandre (1998) el énfasis en estas pautas desarrolla el pensamiento crítico y la capacidad de emitir opiniones informadas sobre cuestiones científicas y tecnológicas en los estudiantes.

Boyd y George (1973) estudiaron la habilidad de niños Sordos americanos de entre 10 y 13 años para manipular y clasificar objetos utilizando materiales diseñados para el aula de ciencias, los resultados obtenidos les llevaron a concluir que con el uso de materiales manipulables aumentaba la compresión de los fenómenos científicos y que las habilidades que desarrollaban estos materiales científicos (Método SCIS y SAPA) como la observación y la descripción y las habilidades de razonamiento de orden superior, el planteamiento de hipótesis, planificación el diseño de experimentos, o interpretación de datos generaba mejores resultados en los alumnos Sordos frente a otras estrategias de instrucción. A la vista de los resultados, los autores concluyeron que este tipo de situaciones didácticas de indagación abierta podían mejorar la adquisición del lenguaje por parte de los alumnos Sordos y la comprensión de los conceptos científicos.

Egelston y Mercaldo (1975), sugieren que la aproximación por descubrimiento del aprendizaje de las ciencias, relevante en aquella época, era un método inadecuado para utilizar con alumnas y alumnos Sordos, puesto que el descubrimiento no actúa como un indicador de la comprensión de un concepto ya que incluye una gran cantidad de instrucciones con alto componente lingüístico, pero si lo hacían las estrategias de indagación en el aula.

Los autores indican que las modificaciones en el aula deben abarcar los contenidos (debido al déficit prolongado de experiencias), la pedagogía (técnicas de comunicación) y el ambiente

de aprendizaje (relación con sus compañeros). En su artículo hacen explícita la necesidad de aplicar programas educacionales tempranos para los niños Sordos.

Unos años más tarde, Borron (1978) planteó una tarea de investigación donde se planteaba un problema con una carga mínima textual y los estudiantes podían trabajar manipulativamente, los resultados fueron positivos como tarea de indagación, pero no tuvieron en cuenta la importancia de la adquisición del lenguaje propio de las ciencias, que en la actualidad consideramos fundamental en su enseñanza.

Más adelante, Elefant (1980) observó y grabó a alumnos Sordos desarrollando tareas de indagación en las que el profesor indicaba la tarea, pero los estudiantes Sordos diseñaban los procedimientos y analizaban los resultados. Concluyó que todos los participantes habían desarrollado habilidades científicas y estaban muy implicados en la resolución de tareas y altamente motivados.

Barman y Stockton (2002) analizaron el programa de instrucción SOAR-High, en donde el profesor prescribía un problema y los alumnos trabajaban en equipo o individualmente bajo la supervisión del profesor e interpretaban los datos, colectivamente o de forma independiente, utilizando una web como soporte. Los resultados fueron muy satisfactorios, tanto en el desarrollo de habilidades científicas, procedimientos, autonomía y motivación de los estudiantes Sordos.

Recientemente, Wang (2011), publicó una revisión de la literatura existente en investigación en enseñanza de las ciencias con estudiantes Sordos, con especial énfasis en la práctica basada en la investigación en la indagación en ciencias, entendida como *"Un conjunto de procesos interrelacionado por los cuales los científicos y estudiantes plantean preguntas acerca de él investigan los fenómenos que en él se producen*" (National Research Council, 1996, p. 214).

Para evaluar los niveles de práctica de indagación en el aula utilizó la escala de Herrón (1971) que se muestra en la Tabla 3-6.

En los dos primeros niveles la tarea que se le propone a los alumnos es como una receta de cocina, es decir simplemente actúan como ejecutores de tareas, el nivel II se corresponde con

una investigación guiada y solo el nivel III se corresponde con una tarea de indagación en el aula.

Tabla 3-6: Escala de Herrón de niveles de práctica de indagación en una actividad (1971)

Nivel de indagación de las propuestas	Planteamiento del problema	Procedimientos utilizados	Resolución del problema
Nivel 0	Lo redacta el profesor	Los redacta el profesor	Lo señala el profesor y lo comprueba y verifica
Nivel I	Lo redacta el profesor	Lo redacta el profesor	Lo resuelve el alumno. Deduce la información.
Nivel II	Lo redacta el profesor	Los plantea el alumno.	Lo resuelve el alumno. Desarrolla competencias y adquiere conocimientos.
Nivel III	Lo identifica el alumno	Los plantea el alumno.	Lo resuelve el alumno con autonomía. Pone en práctica sus conocimientos.

Hemos utilizado la escala de Herrón (1971) para clasificar algunas de las investigaciones citadas y evaluar el nivel de indagación que proponían (ver Tabla 3-7). Solo la investigación llevada a cabo por Boyd y George (1973) podría integrarse en el nivel III de la escala.

Tabla 3-7: Nivel de práctica de la indagación en las investigaciones utilizadas en nuestra revisión según la Escala de Herrón (1971)

Investigación	Nivel de indagación (Tabla de herrón)
Lang y Steely (2003).	Nivel 0
Barman y Stockton (2002).	Nivel 1
Borron (1978).	Nivel 2
Elefant (1980).	Nivel 2
Boyd &George (1973).	Nivel 3

A tenor de estos resultados parece interesante llevar a cabo más investigaciones donde se les proponga a los alumnos Sordos tareas que incluyan actividades basadas en la indagación, para profundizar en las ventajas de su uso en la enseñanza de las ciencias al alumnado Sordo.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

Capítulo 4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1. Introducción

En este capítulo se presenta la metodología investigadora.

Se organiza en cuatro apartados. El primero describe el marco metodológico que se ha adoptado en este estudio, y se valora la pertinencia de la elección de la investigación cualitativa y de los estudios de casos múltiples y la triangulación de resultados. En segundo lugar, se describe la planificación de la investigación y el diseño metodológico de las diferentes fases de la investigación desarrolladas. En tercer lugar, se aborda la fiabilidad y validez del estudio y, por último, se examinan las consideraciones éticas que se han tenido en cuenta a la hora de la toma de datos.

Al tratarse de un estudio de casos múltiple y para facilitar la lectura, hemos incluido en los capítulos correspondientes (Capítulos 5, 6 y 7), los objetivos particulares, el contexto, la selección de la muestra, los participantes, la recogida de datos, las herramientas de análisis, así como los resultados y su análisis correspondientes a las experiencias que se analizan en cada capítulo.

4.2. Marco metodológico. Consideraciones generales

Para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas en esta Tesis, que se han descrito en el Capítulo 1, se optó por llevar a cabo una investigación cualitativa de carácter descriptivo, exploratorio, e interpretativo (Stake, 1998; McMillan, y Schumacher, 2006).

4.2.1. ¿Por qué una investigación cualitativa?

Inicialmente planteamos un diseño de investigación mixto, ya que, al tratarse de un estudio exploratorio, nos interesaba que integrase las ventajas de la investigación cuantitativa y cualitativa. Sin embargo, debido al pequeño número de alumnos Sordos en las aulas, su dispersión y la imposibilidad, por la actual ley de protección de datos, de acceder a los datos de los centros educativos con alumnos Sordos en sus aulas, finalmente seleccionamos el enfoque cualitativo.

A diferencia de los estudios cuantitativos, que necesitan de gran cantidad de datos para generalizar sus resultados, la investigación cualitativa profundiza en el conocimiento de un determinado fenómeno a través del estudio intensivo de un grupo reducido de participantes.

Una investigación cualitativa pretende comprender los significados que construyen los individuos en interacción con el entorno que les rodea y las experiencias que tienen lugar en él. Se trata de estudios muy descriptivos, por la estrategia inductiva en la que se fundamentan, lo que se adecúa a las necesidades de nuestra investigación, ya que, debido a la inexistencia de estudios similares en el contexto educativo español, nos interesaba recopilar datos que nos permitiesen proveer de profundidad y detalle a la investigación para entender el fenómeno estudiado, más que su cuantificación.

Por otra parte, este estudio no tiene como objetivo generalizar los resultados y conclusiones a otros casos, sino que entendemos que cada uno es único y sus peculiaridades y circunstancias se ajustan a ambientes y contextos particulares (Taylor y Bodgan, 1994).

En el contexto de la investigación cualitativa se han descrito distintas formas de investigación y, aunque no existe un consenso general a la hora de definir sus tipologías principales, hemos seleccionado los cinco tipos de investigación cualitativa definidos por Merrian (1998): estudios cualitativos básicos o genéricos, etnográficos, fenomenológicos, de teoría fundamentada y estudio de casos.

Los estudios básicos buscan descubrir y comprender un fenómeno, un proceso o las perspectivas y visiones de los participantes en la investigación. Los datos se recogen a través

de entrevistas, revisión de documentos u observaciones y sus resultados son una mezcla de descripción y análisis.

Los estudios etnográficos se caracterizan por hacer una interpretación cultural de los datos, reconstruyendo los patrones de interacción social de los participantes y reconstruyendo sus significados simbólicos (Canedo, 2009).

Los estudios fenomenológicos ponen el énfasis en la experiencia, en lo que sucede y la forma en la que sucede. La teoría fundamentada, sin embargo, busca desarrollar una teoría a partir del análisis de los datos recogidos en una experiencia.

Por último, el estudio de caso se utiliza para comprender en profundidad una situación, a partir de análisis y descripciones de sistemas delimitados (Smith, 1978), como pueden ser un programa, un individuo o, como en nuestro caso, un pequeño grupo de individuos o una comunidad.

Aunque no existe una definición universalmente aceptada de la investigación de estudio de casos, la mayoría de los expertos coinciden en que su objetivo es obtener un entendimiento en profundidad de un fenómeno complejo, tanto en sí mismo como en relación con su contexto más amplio (Merriam, 2001).

4.2.2. Estrategia de indagación utilizada en este estudio

La estrategia de indagación adoptada en este estudio es la del estudio de casos múltiples por nuestro interés en realizar un estudio transversal que abarcase grupos de alumnos Sordos de distintas edades y en distintas etapas educativas que nos ayudase a comprender en profundidad el proceso de construcción del conocimiento científico en los estudiantes Sordos.

A partir de aquí, nuestra preocupación fue diseñar una investigación que reuniese los requisitos y exigencias de rigor científico acordes con los paradigmas en los que nos ubicamos. Este interés está justificado por dos motivos fundamentales, por un lado, la elevada heterogeneidad del alumnado Sordo y de las modalidades educativas en que están escolarizados y, por otro, por la dispersión y escaso número de alumnos Sordos en las aulas.

Es decir, necesitábamos obtener una cantidad suficiente de evidencias de las que inferir posibles conclusiones, en función de los objetivos planteados y aportar cantidad y calidad de información que nos ayudase a la comprensión de cada uno de ellos (Stake, 1998).

Entendemos que el estudio de casos múltiples es un método apropiado para el estudio de un fenómeno como el que se estudia en esta Tesis, que es complejo, presenta interacción entre sus variables y es un sistema abierto que interactúa en su entorno.

Otra de las características que justifican nuestra elección metodológica, es que el estudio de casos múltiple permite que las ideas que se van generando en el análisis de cada caso pueden ser utilizadas como feed-back, haciendo posible el descubrimiento de nuevas relaciones y conceptos para el estudio de nuevos casos. Creemos que esta característica es fundamental para nuestra investigación, al no disponer de investigaciones previas en nuestro contexto educativo.

En resumen, para la propuesta de investigación se utiliza un estudio transversal de casos múltiple que es a su vez exploratorio, descriptivo e interpretativo Yin (2003).

1. Exploratorio, porque la didáctica de las Ciencias en alumnado Sordo es un campo muy poco estudiado en nuestro país y no se tienen muchas referencias del mismo.
2. Descriptivo, ya que la investigadora se acerca a la realidad en un intento por describir y documentar cómo son los fenómenos que acontecen en ella.
3. Interpretativo, puesto que no permanecemos en el plano de la descripción, sino que profundizamos un poco más, extendiendo el campo de acción.

No obstante, somos conscientes de que este método presenta algunas desventajas como una gran cantidad de datos e informes, cuestiones relacionadas con la subjetividad de los investigadores, y la imposibilidad de hacer generalizaciones (López Barajas y Montoya, 1995; Simons, 2011), pero, aun así, creemos que es un marco privilegiado para abordar las múltiples y complejas realidades a las que pretende dar respuesta este estudio.

4.3. Diseño metodológico de la investigación

Una vez descritos, sucintamente, algunos aspectos sobre la metodología cualitativa, a continuación, se describe y fundamenta el diseño metodológico de la investigación que se expone en la Figura 4-1.

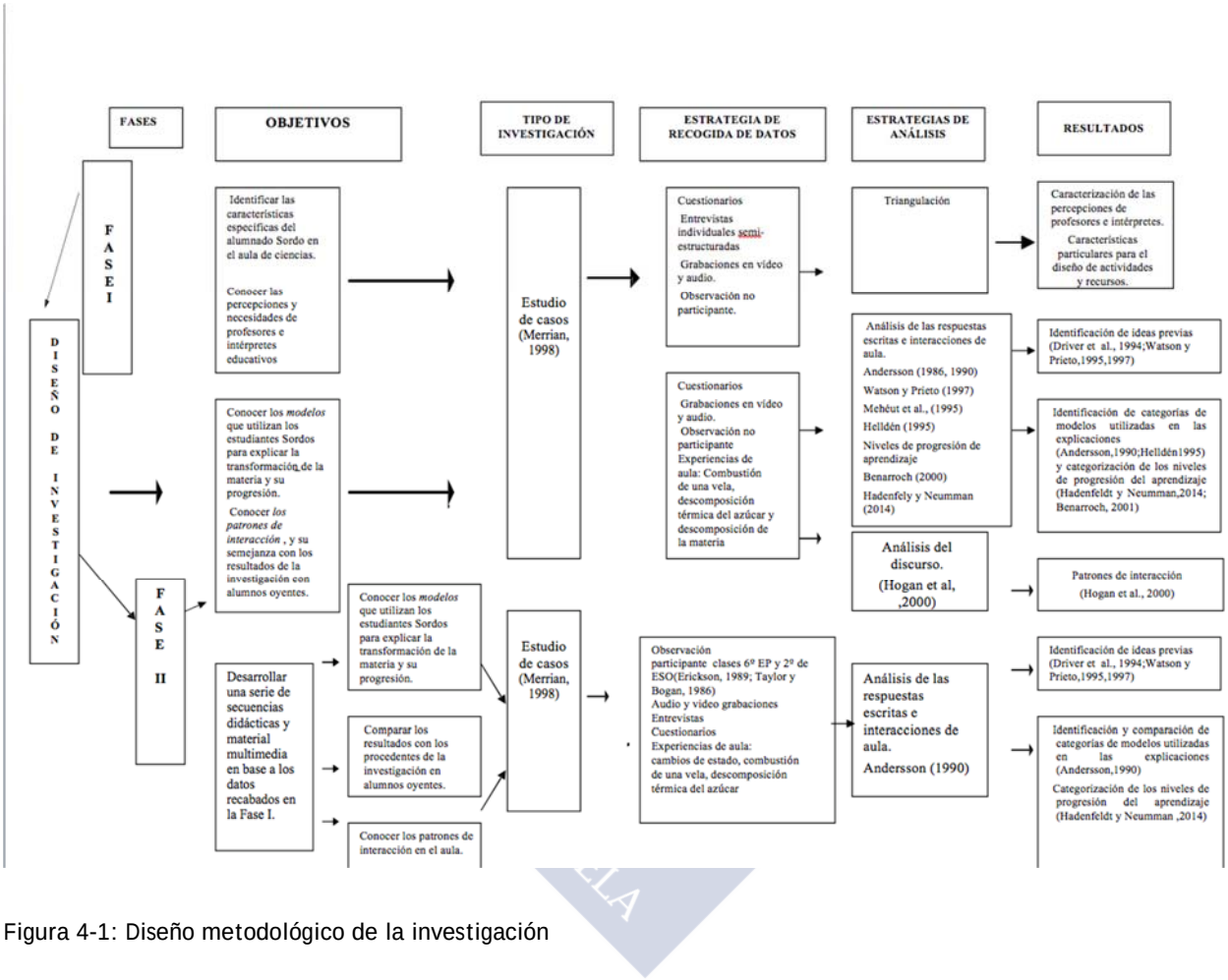


Figura 4-1: Diseño metodológico de la investigación

De acuerdo a las preguntas de investigación y a los objetivos planteados en el estudio, esta investigación se estructuró en dos fases:

1- Fase I: Una prueba piloto inicial (EC1) que se planteó también como un estudio de caso que nos permitiese, inicialmente, explorar las características del alumnado Sordo en el aula de Ciencias y después incorporarla al estudio de casos múltiples de la Fase II. También se realizaron una serie de entrevistas para conocer las percepciones, necesidades y dificultades de profesores e intérpretes a la hora de instruir en ciencias al alumnado Sordo.

2-Fase II: Esta información, nos permitió realizar la segunda fase en la que diseñamos secuencias de aprendizaje adaptadas a las características analizadas y desarrollamos un material multimedia piloto que se adaptase a las características del alumnado Sordo.

Para ello se plantearon dos estudios de caso en el aula inclusiva, uno en 6º de Primaria (EC2) y otro en 2º de ESO (EC3), además de incorporar el análisis de caso del centro piloto.

A continuación, se describe el proceso de investigación en cada una de las fases.

4.3.1. Fase I: Análisis descriptivo de las dificultades específicas de los alumnos Sordos en el aula de ciencias y de sus profesores e intérpretes

4.3.1.1. Participantes

Centros educativos

El EC1 se realizó en un centro educativo al que denominamos Centro Piloto. Es un instituto público donde se imparten módulos de Formación Profesional y ESO y donde, en el momento en el que se desarrolló la experiencia, se estaba llevando a cabo una experiencia piloto de agrupamiento de alumnos Sordos. Los alumnos cursaban distintas especialidades del último año de ciclo medio en distintas escuelas de la ciudad y acudían a este centro para asistir a clases de materias comunes (matemáticas, ciencias, inglés, lengua, etc.).

En los Capítulos 5 y 6 profundizaremos en las características de cada centro.

Alumnos

En el estudio piloto participaron 6 alumnos Sordos profundos que cursaban el último curso de ciclo medio de FP en distintas especialidades y acudían juntos al aula de ciencias del centro piloto.

La Tabla 4-1 recoge sus perfiles y en el Capítulo 6 profundizamos en su descripción. Los nombres son falsos para respetar la identidad, pero se corresponden con el sexo.

Tabla 4-1: Perfil de los alumnos participantes en el EC1

Alumno/a	Edad	Acceso a un lenguaje
Bea	20	Temprano.
Olalla	21	Temprano.
Julia	19	Temprano.
Álex	19	Tardío.
Iria	20	Tardío.
Marta	20	Temprano.

Profesores de ciencias e intérpretes con alumnado Sordo

Inicialmente se contactó por Google Drive con todos los centros educativos de Galicia. Al no disponer de los nombres de los centros con alumnado Sordo en inclusión educativa se envió un mail a todos los centros educativos de Galicia de Educación Primaria, ESO, FP y Bachillerato, para poder acceder al mayor número de profesores posible. Posteriormente se les envió un Cuestionario General a Profesores.

Además, se envió un Cuestionario Personal a Profesores y una serie de Entrevistas a Profesores con un grupo seleccionado de docentes de los centros A, B, C y D.

Los requisitos para la selección de la muestra en el caso del Cuestionario Personal para Profesores y en la Entrevista a Profesores fueron:

1- Estar impartiendo clases de ciencias en Primaria, Secundaria o FP.

2- Contar con más de dos años de experiencia docente con alumnado Sordo.

3- Contar con una amplia y reconocida experiencia docente.

También se entrevistó, por recomendación de la docente de uno de los centros de Primaria donde se desarrolló el Estudio de Caso 2, a una profesora recién jubilada que había actuado como profesora de apoyo de cuatro de los alumnos de dicho centro. Consideramos que su participación en el apartado de entrevistas era fundamental ya que contaba con más de 30 años

de experiencia en la educación de alumnos Sordos. También participaron en la entrevista los directores de dos de los centros de Primaria del Estudio de Caso 1. En total el número de participantes fue de seis.

La tabla 4-2 recoge los perfiles de los profesores, a los que se entrevistó y que contestaron al Cuestionario Personal a profesores, a los que se les ha asignado un nombre falso. En el Capítulo 5 de esta Tesis se hace una descripción más detallada de sus perfiles.

Tabla 4-2. Perfiles de los profesores que realizaron el Cuestionario Personal a Profesores y las entrevistas

Docente	Centro	Etapa educativa
Pedro	A	Primaria y Secundaria.
Clara	A	Primaria.
Beatriz	B	Primaria.
Begoña	C	Secundaria.
Marta	D	Primaria.
Rocío	D	Primaria.

Intérpretes educativos

Gracias a la generosa colaboración de una intérprete que colaboró tanto en una de las experiencias de aula como en la elaboración del material multimedia, contactamos con todos los intérpretes educativos gallegos que estaban prestando su labor durante el curso 2014-2015.

Los criterios de selección fueron:

- Experiencia como intérpretes de más de cuatro años.
- Que llevasen más de un año trabajando con el mismo estudiante Sordo.
- Que estuviesen impartiendo contenidos científicos a alumnado Sordo o prestasen los servicios de interpretación en aulas de ciencia durante el curso 2014-2015, en su defecto, hubiesen impartido más de 5 años de interpretación en el aula de ciencias.
- Que ejerciesen su labor en Primaria, Secundaria, Bachillerato o FP.

En base a estos criterios, seleccionamos seis intérpretes educativos, las seis son mujeres. Dos en Primaria, tres en Secundaria y una en Bachillerato. En este último caso la alumna Sorda cursaba un itinerario de humanidades, pero la incluimos igualmente por su amplia y reconocida experiencia.

La Tabla 4-3 recoge sus perfiles y, como en el caso anterior, en el Capítulo 5 se describe en detalle el perfil de cada intérprete.

Tabla 4-3. Perfiles de los intérpretes que realizaron el Cuestionario Personal a Intérpretes y las entrevistas

Docente	Centro	Etapa educativa
Rafaela	C	Secundaria.
Iria	D	Primaria.
Ana	D	Primaria.
Isabel	D	Primaria
Fanny	De otros centros.	Bachillerato.
Guiomar	De otros centros.	Primaria y Educación Infantil.

Estudio Piloto (EC1)

El estudio piloto, tuvo como objetivo realizar una primera aproximación a los problemas de enseñanza aprendizaje de las ciencias del alumnado Sordo que nos permitiese analizar las características del colectivo Sordo escolarizado en el aula de ciencias, en consonancia con el objetivo general de la Tesis, analizar los modelos utilizados por los estudiantes Sordos a la hora de explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia y conocer las características de los patrones de interacción desarrollados en sus conversaciones sobre este tema en distintos contextos escolares.

Los resultados de la fase piloto nos permitieron incorporar mejoras en el diseño de la investigación en la segunda fase. Por otro lado, la fase piloto también nos permitió identificar

las dificultades del alumnado Sordo en la comprensión de las ciencias al no existir estudios en nuestro país que nos orientasen en la investigación.

Se desarrolló en tres sesiones de aula. La metodología y los resultados y la discusión de la prueba piloto, se recogen en los Capítulos 6 y 7 de esta Tesis.

4.3.1.2. Estrategia de investigación.

En esta primera fase se ha contextualizado la enseñanza de las ciencias a alumnado sordo en Galicia a partir de la revisión de la literatura realizada en los Capítulos 2 (Contexto) y 3 (Marco Teórico) de esta Tesis y el análisis de las percepciones, dificultades y necesidades de una muestra de profesores e intérpretes educativos gallegos. Se ha utilizado la experiencia inicial en el centro piloto como soporte para el diseño de las experiencias y la elaboración de materiales del estudio de caso EC2 y EC3.

Las preguntas de investigación objeto de estudio eran:

Pregunta 1: ¿Qué características debemos tener en cuenta a la hora de planificar experiencias de aula dirigidas a una investigación con alumnado Sordo?

Pregunta 2: ¿Cuál es la percepción de los profesores de ciencias e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo?

Pregunta 3: ¿Qué necesidades y dificultades plantea la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo en las aulas gallegas?

Estas preguntas definen el Objetivo 1 de la Tesis: Conocer la realidad del aula de ciencias a través de las percepciones de los profesores e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo.

Para ello se llevó a cabo un análisis descriptivo de las respuestas a los cuestionarios y entrevistas a profesores e intérpretes y se revisaron los cuestionarios de las experiencias llevadas a cabo en el EC1 del centro piloto.

4.3.1.3. Estrategia de recogida de datos y análisis

La estrategia de recogida de datos fue el análisis de las entrevistas y cuestionarios a los profesores e intérpretes educativos, junto con la revisión de los cuestionarios de las experiencias realizadas en el centro piloto.

Cuestionarios y entrevistas a los profesores e intérpretes educativos con alumnos Sordos en el aula de ciencias

Nos decantamos por elaborar un cuestionario on-line con la herramienta “Formularios" de Google en Google Drive con 58 preguntas, 43 abiertas y 15 cerradas. Las fases de diseño y elaboración del Cuestionario General a Profesores (CGP) se detallan en minuciosamente en el Capítulo 5.

El cuestionario (Anexo 1) contiene preguntas cerradas y abiertas. Las preguntas abiertas acompañan a las respuestas cerradas del cuestionario para que los profesores puedan expresar su opinión y complementen las opciones de elección de las preguntas cerradas.

El CGP se envió a la dirección de 1320 centros educativos, al no disponer por la ley de protección de datos de los centros que tenían alumnos Sordos en sus aulas. Las respuestas se analizan en el Capítulo 5 de este estudio.

Para profundizar en algunas de las preguntas del CGP elaboramos un segundo cuestionario, Cuestionario Personal a Profesores (CPP), que se envió adjunto por mail a un grupo seleccionado de seis profesores con amplia experiencia en la educación a estudiantes Sordos, la mayoría de los cuales colaboraron en las experiencias de aula. El CPP contenía 37 preguntas abiertas (Anexo 2).

Posteriormente, se diseñó una entrevista semi-estructurada y se entrevistó a los seis profesores que habían cubierto el CPP. El objetivo de la entrevista era recoger información precisa sobre aspectos subjetivos opiniones, emociones, argumentos, preocupaciones, dudas, etc., que les hubiesen surgido a lo largo de su experiencia en la educación de Sordos.

Después de un primer contacto personal la entrevistadora se reunió personalmente con ellos para desarrollar la entrevista.

Las entrevistas no seguían un esquema rígido, sino que se les preguntaba a los profesores sobre aquellas cuestiones que no habían quedado claras en el CPP o en las que nos interesaba profundizar con cada profesor.

En el Capítulo 5 se profundiza en el diseño, elaboración y desarrollo de las entrevistas.

Para conocer la percepción y necesidades de los intérpretes educativos en la interpretación en ciencias diseñamos un cuestionario específico (CPI) que consta de 16 preguntas relacionadas con su función y formación como intérprete educativo, experiencia, dificultades a la hora de interpretar y signar ciencias, normalización de signos científicos, colaboración con el profesor a la hora de preparar la sesión de interpretación, estrategias utilizadas para conseguir la plena participación del alumno o alumna Sordo/a en las discusiones de grupo y sus sugerencias de mejora y necesidades de formación (Anexo 3). En total se recogieron seis cuestionarios.

Se diseñó también una entrevista no estructurada, cuya preparación fue consensuada por la directora e investigadora de esta Tesis. Se entrevistó a las seis intérpretes que desarrollaban su labor durante el curso 2014-2105 en las cuatro provincias gallegas en todas las modalidades educativas citadas.

En el Capítulo 5 se profundiza en el diseño y elaboración del Cuestionario Personal a Intérpretes (CPI) y en la entrevista.

Para el análisis de los datos, categorizamos las respuestas de profesores e intérpretes de acuerdo con Taylor y Bogdan (1986) y organizamos las unidades de significado en categorías para ilustrar el número de veces que se repetía en cada uno de los cuestionarios.

Para el análisis de las entrevistas, se siguieron los siguientes pasos:

1. Cada entrevista fue transcrita.
2. Las entrevistas realizadas a profesores e intérpretes se identificaron con las siglas EP o EI, seguido del número y de las iniciales del participante.
3. Se leyó cada uno de los textos.

4. De su trascripción se extrajeron unidades de significado surgidas del análisis. Estas unidades representaron frases, oraciones o párrafos y han sido la base fundamental en la cual nos hemos apoyado para la creación de categorías.
5. Posteriormente codificamos las respuestas de manera que sirviera para refinar las interpretaciones. Los códigos representaron contenidos sobre las cuales giraba la entrevista.
6. Finalmente, las categorías se integraron para el análisis.

Cuestionarios y grabaciones en vídeo en el centro piloto (EC1)

Los datos recogidos en el centro piloto proceden de dos fuentes, los cuestionarios que acompañaban a cada una de las experiencias llevadas a cabo y las grabaciones en vídeo de las sesiones de clase.

Estudio de caso 1 (EC1)

Integramos aquí las experiencias desarrolladas en el centro piloto.

Realizamos tres experiencias en dos sesiones de 50 minutos. Las experiencias versaban sobre la combustión de una vela, la descomposición térmica del azúcar y preguntas sobre la descomposición de un animal en el bosque que se detallan en el Capítulo 6 de esta Tesis.

Para analizar los datos para la Fase 1 recogimos en una tabla las dificultades con las que nos encontramos a la hora de realizar las experiencias, en su mayoría relacionadas con el diseño y texto de los cuestionarios, para poder mejorar su diseño en la Fase II.

4.3.2 Fase II: Estudios de caso EC2 y EC3

En la segunda fase se realizaron dos estudios de caso (EC2 y EC3) y sus resultados se realizaron conjuntamente con los del EC1.

Estudio de caso 2 (EC2)

En este estudio desarrollamos una serie de experiencias en tres centros educativos con alumnos Sordos de sexto de Primaria en tres sesiones de aula. Realizamos dos secuencias didácticas una sobre cambios de estado y otra sobre combustión. Para cada una de las secuencias didácticas se diseñaron actividades de exploración de ideas, de introducción de ideas y de aplicación de ideas (Sanmartí, 2000). Estas actividades se describen en el Capítulo 6.

Estudio de caso 3 (EC3).

Para este estudio realizamos una serie de experiencias con alumnado Sordo de un instituto con programas de inclusión escolar. Elegimos el curso de 2º de ESO. Realizamos dos secuencias didácticas: una sobre los cambios de estado, otra sobre combustión y otra sobre descomposición térmica. Como en el EC2, cada una de las secuencias didácticas contenía actividades de exploración de ideas, de introducción de ideas y de aplicación de ideas que se describen en el Capítulo 6.

4.3.2.1 Participantes.

Aunque en los Capítulos 6 y 7 de este estudio describimos en detalle las características de los participantes, incluimos en este epígrafe información general sobre los mismos.

Selección de los centros educativos.

Los criterios de selección de los centros educativos para una orientación óptima hacia los objetivos de este estudio, fueron:

1- Circunscribir la participación a centros con amplia experiencia en la inclusión de alumnado Sordo.
2- Incluir en la investigación centros con más de un alumno/a Sordo en el aula de ciencias, ya que la mayoría de los centros solo tenían un alumno por aula.

3- Que contemplasen en sus aulas distintos tipos de sordera: Sordos profundos prelocutivos, hipoacúsicos y con implante coclear.

4- Que la muestra de centros abarcase las etapas educativas objeto de estudio.

5- Los centros seleccionados incluían distintas modalidades de escolarización de Sordos.

En la mayoría de los centros no se cumplían estos requisitos porque había únicamente un alumno Sordo por aula debido a la dispersión de estudiantes Sordos en inclusión educativa. Solamente los centros de Educación Especial y, los centros que colaboran con ellos en la modalidad de Escolarización Combinada en Primaria – centros donde los alumnos Sordos acuden a algunas clases con alumnos oyentes- y un centro de ESO con dos alumnos Sordos en el aula podían adaptarse a nuestros requerimientos.

Así seleccionamos cinco centros educativos gallegos que a efectos de la investigación les hemos denominado Centro Piloto, centro A, Centro B, Centro C y Centro D y cuyas características generales se describen en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Características de los centros participantes en EC2 y EC3

Denominación del centro	Tipo de centro	Etapa Educativa
A	Centro de Educación Especial.	Infantil y Primaria y apoyo a estudiantes Sordos de ESO.
B	Centro de Educación Primaria e Infantil.	Infantil y Primaria.
C	Instituto de Educación Secundaria.	ESO
D	Centro Plurilingüe de Educación Infantil y Primaria. (antiguo Centro Específico para alumnos Sordos)	Infantil y Primaria.

El centro A es un centro de atención específica a alumnado con dificultades comunicativas, de reconocida trayectoria y se encuentra en régimen de escolarización combinada con el centro

A, un centro de Primaria e Infantil. Así, los alumnos Sordos participantes en la experiencia están adscritos al centro A y acuden a algunas clases al centro B.

El centro C es un centro plurilingüe que incorpora la LSE entre sus lenguas e históricamente ha sido un centro de referencia en la educación de alumnado Sordo.

El centro D es un instituto de Secundaria que tienen alumnos Sordos en inclusión escolar y que también trabaja colaborativamente con el centro A. Así, uno de los alumnos Sordos participantes está adscrito al centro D, pero recibe clases de apoyo en horario extraescolar en el centro A.

Las características específicas de cada centro se detallan en el Capítulo 6 de esta Tesis.

Selección de los alumnos participantes

La selección de los alumnos participantes se ajustó a la selección de los centros y, dentro de cada uno, se seleccionamos las aulas que se ajustasen a:

- Estar impartiendo los contenidos sobre transformación de la materia objeto de estudio.
- Que nos posibilitasen evaluar la progresión de los aprendizajes al asegurar la continuidad desde 6º de Primaria a 2º de ESO.
- Que los grupos de estudio atendiesen a la heterogeneidad del alumnado Sordo.

En total participaron 12 alumnos. Seis en el centro Piloto, cuatro en Primaria (dos en el centro A y B de escolarización combinada y dos en centro D) y dos en 2º de ESO (en el centro C). Nueve estudiantes son Sordos profundos prelocutivos, dos de ellos con implante coclear, y dos hipoacúsicos con pérdida severa de audición que utilizan audífono.

En la Tabla 4-5 se describen sus características generales que se analizan con más detalle en el Capítulo 6.

Tabla 4-5: Perfiles de los alumnos participantes en los EC2 y EC3

Alumno/a	Etapa educativa	Centro educativo	Acceso a un lenguaje
Nacho	Primaria	A y B (Escolarización combinada).	Temprano
Pedro	Primaria	A y B (Escolarización combinada).	Tardío
Alberto	Primaria	D	Temprano
María	Primaria	D	Tardío
Uxía	ESO	C	Temprano
Pablo	ESO	C	Temprano

4.3.2.2. Estrategia de investigación

En esta fase se llevaron a cabo una serie de experiencias relacionadas con la transformación y conservación de la materia para tratar de responder a las preguntas 4, 5 y 6 de esta Tesis:

Pregunta 4: ¿Qué modelos utilizan los estudiantes Sordos para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia?

Pregunta 5: ¿Los modelos utilizados por el alumnado Sordo para explicar la materia y sus transformaciones, debido a sus características singulares son similares a los utilizados por los alumnos oyentes?

Pregunta 6: ¿Se corresponde la progresión de aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones con la que se describe en la literatura para los alumnos oyentes?

Estas preguntas derivaron en los Objetivos 2 y 3 de esta investigación.

Objetivo 2: Conocer los modelos que utilizan los estudiantes sordos para explicar la transformación de la materia y si son similares a los utilizados por los alumnos oyentes.

Objetivo 3: Conocer los patrones de interacción utilizados por los alumnos Sordos cuando explican la transformación de la materia y su relación con el ambiente de aprendizaje derivado de las distintas modalidades de escolarización.

Para ello se analizaron los datos individuales recogidos en cada estudio de caso y posteriormente se triangularon los datos para responder a las preguntas.

4.3.2.3. Toma de datos y análisis

Los datos recogidos incluyen el registro en vídeo y audio de distintas sesiones de aula, cuestionarios para las sesiones de aula en lápiz y papel, y entrevistas grabadas a los alumnos Sordos. Además, la investigadora hizo anotaciones de la observación del aula.

Las grabaciones en vídeo tenían como objetivo registrar lo que acontecía en el aula (las interacciones entre alumnos) y recoger las intervenciones en LSE. Para ello se ubicaron dos cámaras, una que enfocaba directamente, pero sin hacerlo notorio, al grupo en que se encontraban los alumnos Sordos y otra que enfocaba un plano general de los otros grupos de aula.

El registro en audio se utilizó en aquellos casos en que no disponíamos de los permisos para grabar en vídeo (Centro D) y para grabar las alocuciones de la intérprete en las entrevistas a los alumnos Sordos.

En total se realizaron las siguientes tomas de datos escritos:

EC1:

Se desarrolló en tres sesiones de aula de 50 minutos y utilizamos dos cuestionarios.

1ª Sesión: “Combustión de una vela” (Anexo 4).

-2ª Sesión: “Descomposición térmica del azúcar” (Anexo 4).

La tercera actividad sobre la descomposición de un animal en el bosque se incluyó como una hoja aparte en el 2º cuestionario.

EC2:

Se desarrolló en tres sesiones de aula de 60 minutos y se utilizaron distintos cuestionarios.

Sesión 1: Entrevista a alumnos Sordos y experiencia "Los cambios de estado del agua", perteneciente a la secuencia 1 "Cambios de estado del agua" (actividad de exploración de ideas).

Sesión 2: Actividades de introducción de ideas y de aplicación de la secuencia 1.

Sesión 3: Actividades de la secuencia 2 "Cambios físicos y químicos".

En el Anexo 5 se recogen las actividades y cuestionarios llevados a cabo en las dos secuencias de aula y en el Capítulo 6 se describen detalladamente.

EC3:

Se desarrolló en dos sesiones de aula de 50 minutos y se utilizaron dos cuestionarios.

Sesión 1: Actividades de introducción de ideas y de aplicación de la secuencia 1.

Sesión 2: Actividades de la secuencia 2 "Cambios físicos y químicos".

En el Anexo 6 se recogen las actividades y cuestionarios llevados a cabo en las dos secuencias de aula y en el Capítulo 6 se describen en profundidad.

Observaciones de la investigadora

Respecto a las observaciones de la investigadora, planificamos cómo se iban a registrar las conductas a observar, la situación en que tendría lugar la observación y el momento y los tiempos que se dedicarán a observar y a anotar lo observado.

Se incluía también en las anotaciones un apartado para los anecdotarios, es decir para las situaciones que no estaban previstas que ocurrieran y que llamasen la atención de la observadora.

Respecto al análisis de los datos, se catalogaron los datos de los cuestionarios y las intervenciones grabadas en el aula en función del objetivo de cada experiencia.

4.4. Fiabilidad y validez del estudio

Andersson (1998) señala que, en la investigación cualitativa, el concepto de fiabilidad sugiere que diferentes investigadores cualitativos llegarían a las mismas conclusiones a la hora de analizar los datos. Para comprobar la fiabilidad la investigadora y la directora de la Tesis, analizaron y discutieron el análisis de datos y las conclusiones y las contrastaron con expertos.

Según Canedo (2009) y Martínez González (2007) la fiabilidad de una metodología cualitativa se recoge en base a cuatro criterios:

1. La credibilidad, es decir, demostrar que la investigación se ha realizado de forma pertinente.
2. La transferibilidad, esto es, su aplicabilidad en otros contextos.
3. La dependencia, que se refiere al grado en que se volverían a repetir los resultados si se repitiese la experiencia.
4. La confirmabilidad que consiste en confirmar la información, la interpretación de los datos y la generalización de conclusiones.

Para garantizar la credibilidad de este estudio se utilizaron las siguientes estrategias:

a) Grabación en vídeo de las experiencias en un contexto real de aula.
b) Juicio crítico de expertos en educación de Sordos y colegas investigadores sobre el conocimiento y las interpretaciones que se obtenían. Implicación y trabajo persistente de la investigadora.
c) Colaboración con entidades de referencia de la Comunidad Sorda y con profesores e intérpretes con experiencia en la educación de alumnos Sordos.

La transferibilidad de esa investigación se acredita en función de:

a) Recogida de abundante información en vídeo y en papel lo que permitió revisar repetidamente la información.

b) Una descripción detallada de todos los procesos llevados a cabo, incluida la elaboración de los materiales multimedia, lo que permite que otras personas puedan utilizar los materiales.

La dependencia de este estudio se garantiza a través de:

a) Los resultados similares a otras investigaciones llevadas a cabo en otros contextos educativos.
b) El control por parte de la directora de la Tesis para corroborar si los procesos de investigación seguidos fueron aceptables.
c) La revisión de los procedimientos seguidos en las circunstancias concretas de contexto y los fenómenos estudiados.

Por último, para garantizar la confirmabilidad de esta investigación, utilizamos la revisión de la literatura y la triangulación.

Para comprobar la validez de los estudios de caso desarrollados en las aulas, hemos utilizado la triangulación de los datos (Denzin y Lincoln, 1994; Guba y Lincoln, 1994) que se refiere a la confrontación de diferentes fuentes de datos en un estudio. La triangulación se produce cuando existe concordancia o discrepancia entre estas fuentes. Además, se pueden triangular informantes/personas, tiempos y espacios/contextos.

En primer lugar, hicimos un planteamiento del problema, definimos las 10 preguntas de investigación y concretamos sus objetivos. A continuación, revisamos investigaciones relacionadas con dichos objetivos y aplicamos el principio de triangulación. Para ello realizamos la toma de datos, los transcribimos para analizarlos de forma general y en profundidad. Por último, puntualizamos las conclusiones e implicaciones didácticas de la investigación. La Figura 4-1 muestra el esquema metodológico seguido en la investigación.

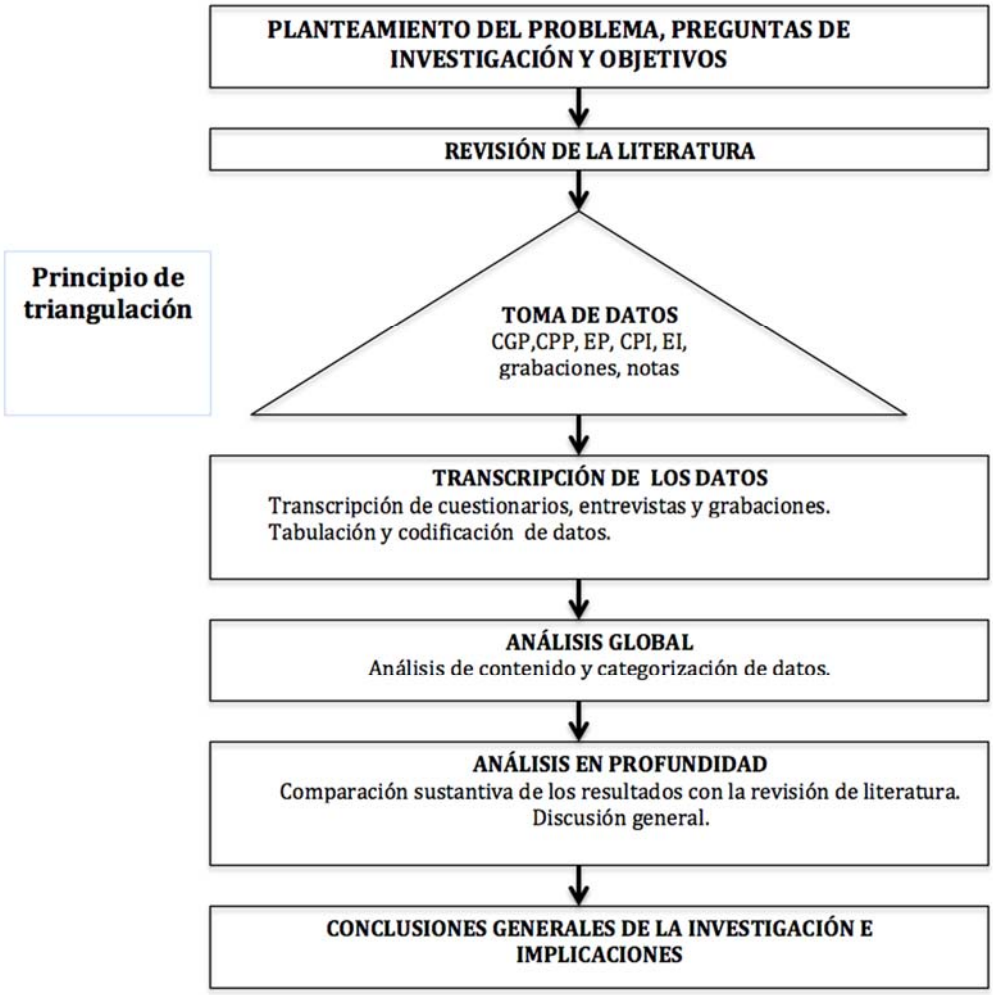


Figura 4-1: Esquema del diseño metodológico de la investigación (adaptado de Martínez- Carazo, 2006)

En relación a la percepción de profesores e intérpretes, los distintos tipos de datos nos permitieron corroborar los resultados obtenidos por comparación entre los textos escritos de los cuestionarios y las entrevistas.

La técnica de triangulación es especialmente relevante en los estudios de caso de esta investigación ya que, por las dificultades lecto-escritoras del alumnado Sordo, en muchas ocasiones era muy difícil interpretar las respuestas escritas, y porque al ser la LSE una lengua visual necesitábamos de las grabaciones en vídeo, además de las elocuciones de la intérprete para comprender en su amplitud las intervenciones de los alumnos Sordos.

Respecto al análisis del material multimedia, por limitaciones técnicas de los centros no pudimos utilizar individualmente los materiales, tal como habíamos diseñado. Para solucionar el problema y recabar datos, optamos por una visualización en gran grupo buscando consenso en el aula y pasamos una encuesta a los alumnos Sordos al final de la visualización del material.

Creemos que la combinación de diversos métodos y datos procedentes de las mismas fuentes aumenta la fiabilidad de este estudio, ya que los resultados son concurrentes.

También se tuvieron en cuenta los criterios de validez y fiabilidad en la selección de la muestra, tal y como explicamos posteriormente.

4.5. Consideraciones éticas

Consideramos que las decisiones éticas realizas son fundamentales para el conocimiento y la calidad del proyecto de investigación, por lo que consideramos necesario de respetar la privacidad y la dignidad de los participantes, así como su libertad para abandonar el estudio en el momento que lo deseen. Con este objetivo, informamos a todos los participantes sobre el propósito general de la investigación y las características principales del diseño, así como de los posibles riesgos y beneficios de la participación en el proyecto de investigación y de la participación voluntaria con derecho a retirarse del estudio en cualquier momento.

Al tratarse de un estudio de casos múltiples, donde el número de participantes es reducido y puede ser fácilmente identificado creemos importante mantener la confidencialidad en la investigación por lo que hemos intentado no mostrar datos que permitan reconocer a los participantes.

En esta investigación se han cumplido estas premisas.

Consentimiento informado: Todos los participantes fueron informados del objetivo de la investigación, de la finalidad de los datos recogidos y de su derecho a renunciar en cualquier momento de la investigación. Para ello, se solicitó, antes de comenzar con la toma de datos, un

permiso por escrito a los padres (en el caso de los alumnos) y un permiso a los intérpretes, profesores y directores de centros educativos.

Anonimato: Para preservar el anonimato, se han cambiado los nombres de los participantes, y se obvia el nombre de los centros educativos de los intérpretes y educadores entrevistados y de aquellos en que se llevó a cabo la experiencia.

Un ejemplo del permiso se puede ver en el (Anexo 7).

Respecto a los materiales utilizados en la elaboración de los materiales multimedia se solicitaron autorizaciones a los creadores de los multimedia e imágenes. Todos los autores autorizaron la utilización de los recursos en los términos descritos en el Anexo 8.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ESTUDIO EMPÍRICO

Capítulo 5: Cuestionarios y entrevistas sobre las percepciones de los profesores e intérpretes educativos sobre la educación e interpretación en el aula de ciencias inclusiva con alumnado Sordo en Galicia.

Capítulo 6: Modelos utilizados por los alumnos sordos para interpretar cuestiones relacionadas con la transformación de la materia y la progresión de estos modelos.

Capítulo 7: Análisis del discurso entre estudiantes Sordos a la hora de interpretar cuestiones relacionadas con la transformación de la materia.

Capítulo 8: Elaboración del material multimedia y reflexión sobre su implementación en el aula.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

Capítulo 5: CUESTIONARIOS Y ENTREVISTAS SOBRE LAS PERCEPCIONES DE LOS PROFESORES E INTÉRPRETES EDUCATIVOS SOBRE LA EDUCACIÓN E INTERPRETACIÓN EN EL AULA DE CIENCIAS INCLUSIVA CON ALUMNADO SORDO EN GALICIA

5.1. Introducción

Para que la inclusión educativa del alumnado Sordo sea efectiva, los profesores y los intérpretes educativos deben ser receptivos a los principios y demandas de la inclusión de alumnado Sordo. Por ello, nos pareció importante dedicar un capítulo de la Tesis a conocer las percepciones de dos de los principales agentes implicados en la enseñanza de las ciencias de los estudiantes Sordos.

Coincidimos con Avramidis et al. (2000) y Smith (1998) que los profesores e intérpretes son dos piezas claves en la educación del alumno Sordo, y sus percepciones son imprescindibles para lograr un ambiente de aprendizaje verdaderamente inclusivo. Consecuentemente, la información que nos aportan y sus reflexiones nos pueden ayudar a contextualizar el "estado del arte" de la enseñanza de las ciencias con estudiantes Sordos en Galicia.

En este capítulo describimos los resultados del análisis de las respuestas a los cuestionarios y entrevistas que realizamos a un grupo de profesores e intérpretes para conocer sus percepciones sobre el estado del arte de la enseñanza de las ciencias a estudiantes Sordos en Galicia.

En primer lugar, resumimos los resultados de distintas investigaciones sobre las percepciones de profesores e intérpretes acerca de la enseñanza de las ciencias a alumnado

Sordo, a continuación, describimos el objetivo de este estudio y el diseño metodológico de la investigación y, por último, analizamos los resultados de los datos obtenidos en los cuestionarios y encuestas llevados a cabo.

Para conocer la situación actual de la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo en Galicia, diseñamos, en primer lugar, un cuestionario general, que denominamos "Cuestionario Global para Profesores" (CGP), dirigido a todos los profesores que impartían contenidos científicos durante el curso 2014/2015 (Anexo1) Su objetivo era que nos proporcionase una visión global de los perfiles, percepciones y necesidades de los profesores de ciencias y conocer las dificultades que encuentran en el aula con alumnado Sordo y qué estrategias didácticas que utilizan parta superarlas .

En segundo lugar, se diseñó un cuestionario, que llamamos "Cuestionario Personal para Profesores" (CPP) que se envió a una selección de profesores (Anexo2). En esta ocasión, el objetivo que se buscaba era el de ahondar en algunas de las preguntas incluidas en el Cuestionario Global desde un punto de vista cualitativo.

Por último, realizamos una serie de entrevistas semi-estructuradas a los profesores que participaron en el "Cuestionario Personal Profesores" para reflexionar sobre alguna de sus respuestas.

Respecto a las percepciones y necesidades de los intérpretes, elaboramos un cuestionario, que designamos como "Cuestionario Personal Intérpretes" (CPI) y una serie de entrevistas semi-estructuradas (Anexo3).

La triangulación de datos procedentes de los cuestionarios y entrevistas nos permite explorar la realidad de las aulas de ciencia inclusivas con estudiantes Sordos que mostramos en las Partes A y B de este capítulo.

5.2. Investigación sobre la percepción de los profesores de ciencias con alumnos Sordos y sus implicaciones

Según se señala en diferentes trabajos previos a esta investigación (Andrews et al. 2004; McIntosh et al., 1994), las expectativas del profesorado influyen en la autoestima del alumnado Sordo y determinan, en parte, qué se enseña y cómo se enseña.

Lang, Raedy y Wilson (2006), indican que cuando los estudiantes Sordos son aceptados por lo que son, y se les elogia por lo que son capaces de hacer, su autoestima y motivación se ven reforzadas.

Pham (2008) realizó un estudio cuantitativo sobre las actitudes de 561 profesores de Primaria y primer ciclo de Secundaria sobre la educación inclusiva de los estudiantes con discapacidad en 24 escuelas de Vietnam. Los resultados indicaron que las actitudes de los profesores hacia la inclusión educativa eran diversas. Aunque todos estaban de acuerdo en los beneficios positivos de la inclusión para los estudiantes con necesidades educativas especiales, en general consideraban que la inclusión no era beneficiosa para los alumnos sin estas necesidades. Además, la mayoría de los profesores estimaban que no tenían suficiente formación ni la experiencia necesaria para enseñar a los estudiantes con discapacidad y que necesitaban de una formación específica para atender a sus necesidades.

En general, los resultados de las investigaciones sobre las actitudes de los profesores sobre la inclusión educativa (Larrivee et al 1979; Cochran y Jones1998; Smith 2000), indican que los docentes de Secundaria tienen una percepción más negativa hacia la inclusión que los de Primaria o Educación Infantil. Algunos autores como Hasting, Hewes, Lock, y Witting (1993) y Larrivee et al. (1979), atribuyen estos resultados a los cortos períodos de tiempo en que los profesores de Secundaria interactúan con sus alumnos con necesidades educativas especiales, en comparación con los educadores de Educación infantil o Primaria y concluyen que se necesita prestar más atención a la dimensión afectiva de los docentes de secundaria

Otras investigaciones como la de Stephenson y Easterbrooks (2006), señalan como relevante la percepción de los profesores de ciencias de falta de tiempo para preparar sus lecciones, la falta de apoyos, y la falta de formación para diseñar secuencias didácticas dirigidas a las características específicas de los estudiantes Sordos. Estas carencias, como señalan

Hagevik, Woolsey, y Graham, (2011) y Lane-Outlaw (2009), les obligan a concentrase en tareas de bajo nivel cognoscitivo y enseñanzas expositivas, limitando el uso de prácticas argumentativas o indagatorias.

Según Seal et al. (2002) uno de los principales problemas en la escuela Secundaria es que los profesores de ciencias no han recibido la formación suficiente para dar cabida a estos estudiantes con distintas necesidades y que los profesionales de apoyo no tienen conocimientos avanzados en ciencias. Este hecho puede explicar, en parte, la baja participación de Personas Sordas en cursos de ciencia de nivel superior.

Para proporcionar estrategias didácticas que mejoren la calidad de la enseñanza de las ciencias al alumnado Sordo y disminuyan las dificultades que encuentran los profesores en el aula, investigaciones como la de Stewart y Kluwin (2001) o Roald (2002) señalan una serie de aspectos clave fundamentales para la mejora de enseñanza de las ciencias para los estudiantes Sordos:

a) Proponer experiencias auténticas.
b) Utilizar un vocabulario propicio para la adquisición de conceptos de la ciencia.
c) Dar oportunidades para hablar de asuntos relacionados con la ciencia con sus compañeros.
d) Incorporar modelos científicos Sordos.
e) Comunicarse con fluidez en el lenguaje de signos.
f) Incorporar explicaciones aclaratorias de conceptos científicos e interrelacionar estas explicaciones con otros conceptos.
g) Incorporar estrategias de enseñanza individualizada.
h) Construir experiencias a través de la experimentación.
i) Incorporar mejoras en el acceso a la información.
j) Ajustar el tiempo dedicado a la tarea.

Sin embargo, algunos factores pueden no ser aplicables en todas las situaciones dependiendo del contexto, la accesibilidad a los recursos y la formación específica.

Stephenson y Easterbrooks (2006) revisaron y clasificaron cientos de prácticas de profesores con alumnado Sordo en EEUU, en un proyecto nacional dirigido a elaborar un "manual de buenas prácticas" a partir de algunas experiencias de los docentes, que contrastaron

con los resultados de investigaciones didácticas. Además, seleccionaron una serie de prácticas en el aula de ciencias útiles no solo para el alumnado Sordo, sino que atienden también a las necesidades de todos los estudiantes que resumimos en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1: Resumen de buenas prácticas en la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo (a partir de Stephenson y Eastrooks, 2006)

PRÁCTICA	DESCRIPCIÓN
Estrategias de lectura metacognitivas.	Activación de conocimientos previos. Aclaraciones. Predicciones. Visualizaciones. Re-lectura. Palabras clave. Resumen.
Escribir para promover la lectura.	Trabajo con prensa. Registro de predicciones personales. Observaciones y reflexiones sobre información del contenido del área.
Lectura en las áreas de contenido.	Identificación de la idea principal y secundarias. Localizar hechos y detalles específicos. Organizar el material en patrones lógicos. Ajustar la velocidad de lectura.
Escribir para aprender.	Escritura libre y guiada. Reescritura de extractos. Uso de portfolios. Organizadores gráficos. Tablas.
Enfoque semántico del vocabulario.	Mapas conceptuales. Análisis de rasgos semánticos.
Organizadores visuales.	Incorporar una gran variedad de organizadores visuales como gráficos, tablas y mapas visuales.
Libros de texto	Proporcionar andamiaje a los estudiantes Sordos cuando utilizan libros de texto. Utilizar indicaciones visuales, organizadores gráficos, y materiales de lectura de nivel inferior.

Para facilitar la lectura, hemos agrupado en seis apartados algunas de las buenas prácticas sugeridas:

1. **Estrategias de lectura:** para reforzar las habilidades metacognitivas a través de la lectura, se hace referencia a algunas estrategias como hacer aclaraciones, ofrecer oportunidades para hacer predicciones, elaborar visualizaciones, búsqueda de palabras clave, elaboración de resúmenes o procesos de re-lectura. Se considera que estas estrategias se deben enseñar y luego deben ser reforzadas a través de la lectura guiada (Brown y Brewer, 1996). Para que la lectura lleve a un aprendizaje significativo, señalan estrategias como identificación de la idea principal y de las ideas secundarias, desarrollar habilidades para localizar hechos y detalles específicos, o establecer una organización del material en patrones lógicos (Kelly et al, 2001).
2. **Estrategias de escritura:** trabajo con prensa, registro de predicciones y observaciones en el laboratorio y ofrecer oportunidades para que registren sus reflexiones a través de la escritura libre y de la escritura guiada (Kluwin y Kelly, 1991; Yore, 2000). Además, se resalta la importancia de la re-escritura de extractos de texto, y la utilización de portfolios, organizadores gráficos, y de tablas de registro.
3. **Enfoque semántico del vocabulario**: Kelly (1996) señala la importancia de tres herramientas dirigidas a reforzar la apropiación de significados, la integración (por ejemplo, mapas conceptuales, mapas de palabras, o análisis de familias semánticas), la repetición, y el uso significativo de los nuevos términos.
4. **Utilización del libro de texto:** el uso de libros de texto con el alumnado Sordo necesita acompañarse de un andamiaje previo. Los autores animan a utilizar indicaciones visuales, organizadores gráficos, y materiales de lectura de niveles educativos inferiores (Diebold y Calderón, 1988).
5. **Uso de organizadores gráficos:** incorporar una gran variedad de organizadores visuales como gráficos, tablas, líneas de tiempo y mapas (Luckner, et al., 2001).
6. **Uso de tecnologías:** los estudiantes Sordos son aprendices visuales y usuarios motivados de las tecnologías, por lo que su utilización en entornos escolares adaptados a estudiantes Sordos es muy recomendable. Profundizaremos en este tema en el Capítulo 8 de esta investigación.

Algunos estudios sobre la inclusión educativa del alumnado Sordo en España, indican que la mayor prioridad para los profesores con alumnos Sordos es la necesidad de reforzar las estrategias de comunicación en sus aulas (Juárez et al., 2009). Así, Serrano Pau (1995) señala la importancia del profesor como experto comunicador en ciencias. Pero, ¿qué significa esto? Según la autora, para que un profesor o profesora se comunique de manera eficiente en un aula con alumnado Sordo, debería conocer la LSE y disponer un repertorio sólido de técnicas para hacer el lenguaje comprensible como puede ser la dactilología, para nombrar los conceptos, promover discusiones de grupo o generar oportunidades de autoexpresión sobre temas específicos. Si se dispone de un intérprete en el aula, debe consensuar con él las indicaciones sobre contenido especializado para evitar la introducción de ideas alternativas que pueda tener el intérprete sobre dichos contenidos.

En relación a las estrategias de enseñanza, se proponen como buenas prácticas en el aula de ciencias:

1. Fomentar el trabajo en grupo y la discusión para encontrar soluciones y preguntas a problemas auténticos, que den sentido a los conceptos y mejoren la comprensión del contenido abstracto (Boyd y George, 1973; Easterbrooks y Scheetz, 2004; Stewart y Kluwin, 2001).
2. Proporcionar estrategias para la solución de problemas, con actividades que requieran procesos de orden superior de pensamiento crítico y para desarrollar habilidades para resolver problemas complejos (Owen y Fuchs, 2002).

Otro aspecto importante que se señala en la literatura, es la necesidad de que los profesores tengan una formación adecuada en el contenido que están enseñando, así como en las prácticas que usan para enseñarlo (Lang et al., 1993).

A la vista de los retos que supone una enseñanza de las ciencias a estudiantes Sordos que se ajuste a unos parámetros de calidad, coincidimos con Avramidis et al. (2000) en que el nivel y la naturaleza del apoyo que reciben los profesores para atender al aula inclusiva es un factor determinante en sus actitudes y percepciones sobre la inclusión.

Atender a todas estas demandas no es una tarea fácil y puede provocar frustración docente si no se dispone de recursos humanos y materiales, de un trabajo en equipo entre departamentos, profesionales de apoyo y familias, y de formación específica para el profesorado.

5.3. Investigación sobre la percepción de los intérpretes educativos y sus implicaciones

El pleno acceso a los contenidos y la vida social en un aula con oyentes puede ser un reto para las y los estudiantes Sordos, incluso contando con el apoyo de un intérprete educativo altamente cualificado (Shick et al., 2004).

La interpretación en el aula, como se comentó en el Capítulo 3 de esta tesis, es extremadamente difícil, porque, además de la dificultad inherente a la interpretación en ciencias, en el aula hay muchas personas hablando al mismo tiempo, no solo el profesor sino las intervenciones del resto de los compañeros. Este discurso, conlleva cambios en el registro de voz, así como de la persona que interviene. Por otra parte, la interpretación tiene un tiempo de retardo frente al desarrollo normal de una conversación, que puede influir negativamente en el flujo del discurso en el aula. Además, a lo largo de una conversación se produce una gran cantidad información relacionada con las actitudes, creencias y expectativas que se reflejan en el tono de voz y en la prosodia (Schick et al., 2004) y que son difíciles de trasladar a un alumno Sordo. Todo esto dificulta la transmisión de la información por parte del intérprete a su alumno Sordo, quien, además, en muchas ocasiones, tiene que dividir atención visual entre el intérprete, el profesor y los materiales visuales que se pueden estar proyectando en el aula.

En resumen, parece evidente que, aun en el mejor de los casos, los estudiantes Sordos tienen un acceso al currículo diferente frente a sus compañeros oyentes y que la calidad de la interpretación es un aspecto crítico en el acceso al currículo educativo.

Shirin y Kreimeyer (2001) y Witter-Merithew y Johnson (2005), indican que un o una intérprete educativo además de la habilidad para interpretar, necesita tener conocimientos de psicología evolutiva, formarse continuamente en las distintas áreas en las que prestan sus servicios y atender a la heterogeneidad de los alumnos Sordos, desde aquellos que no pueden hablar hasta los que pueden manejar situaciones comunicativas de forma independiente.

Grooms (2015), llevó a cabo una investigación exploratoria en EEUU, cuyo objetivo era determinar qué competencias deberían poseer los intérpretes para proporcionar información precisa y fiable en los servicios de acceso de comunicación con profesionales sordos en los campos relacionados con la ciencia.

Para identificar estas competencias, realizó una encuesta dirigida a profesionales Sordos sobre su experiencia en la utilización de servicios de interpretación y sobre las competencias específicas que pensaban deberían tener los intérpretes para proporcionar servicios confiables y precisos en las áreas y disciplinas científicas.

En los resultados de este estudio, los profesionales Sordos identificaron nueve competencias que los intérpretes que prestan servicios en campos relacionados con la ciencia deberían poseer:

1. La flexibilidad en el signado.
2. Conocimientos básicos de la materia y la disciplina.
3. Experiencia previa en la interpretación en disciplinas científicas.
4. Formación continuada y específica.
5. Comprensión del vocabulario específico del área o la disciplina.
6. Conocimientos de otras lenguas.
7. Flexibilidad en los entornos de trabajo.
8. Voluntad y capacidad para participar en el trabajo de preparación para interpretar en el campo de las ciencias.
9. Colaboración para trabajar con expertos en el área.

Creemos que todas estas competencias que son extrapolables a un aula de ciencias y suponen un difícil reto para los intérpretes educativos.

La percepción de los intérpretes educativos a la hora de signar ciencias es un campo poco explorado en la investigación. Powell, Hyde y Punch (2013) desarrollaron un estudio de caso en Nueva Zelanda con dos intérpretes que ejercían su labor en niveles educativos superiores a la enseñanza Secundaria, donde la complejidad de los conceptos a interpretar se incrementaba. En la entrevista y el cuestionario por escrito del estudio, los intérpretes lamentaban la falta de especialización y la no existencia de títulos de postgrado dentro de la profesión.

La falta de orientación y supervisión también fue un aspecto clave en su percepción sobre la satisfacción en el trabajo, así como el sentimiento de que, en muchas ocasiones, los profesores relegan en ellos parte de su tarea educativa o no acomodan su discurso a las necesidades del intérprete.

En el estudio se sugieren algunas estrategias que pueden ayudar en el trabajo conjunto con el intérprete:

- Moderar el ritmo del habla.
- Utilizar términos clave cuando escriba en la pizarra para garantizar una ortografía correcta a la hora de utilizar la dactilografía.
- Hacer pausas y dar tiempo a los estudiantes para mirar las presentaciones en PowerPoint.
- Hacer una pausa después de una pregunta a un grupo.
- Proporcionar previamente al desarrollo de la clase, apuntes, presentaciones en PowerPoint y otras informaciones para que al intérprete no se le acumule información.

Knuckey y Cumpston-Bird (2001) y Lang (2002), aluden, al difícil reto de interpretar léxico específico complejo, e indican que la precisión y la eficacia de la interpretación en el nivel post-secundario puede depender de la familiaridad del intérprete con los contenidos, su capacidad para intercambiar la interpretación libre y literal según el contenido del mensaje, y las necesidades y nivel educativo del estudiante Sordo.

En este momento no tenemos constancia de que en Galicia existan especialistas por áreas de conocimiento. Así, un intérprete, por sus antecedentes y formación, puede estar ejerciendo su labor en las clases de ciencias, pero puede no tener conocimientos suficientes de ciencia, lo que suma a la difícil tarea de interpretar la posibilidad de introducir, sin quererlo, ideas alternativas en los estudiantes.

Como la utilización de la LSE en las aulas es relativamente reciente en nuestro país, a veces se generan algunas dificultades a los intérpretes por la falta de estandarización de los signos, sobre todo científicos y tecnológicos, lo que puede generar confusiones en el alumno, que puede encontrar distintos signos para un mismo término científico en distintos ámbitos a lo largo de su escolarización (Mishra, 2004; Rasmus y Allen, 1988).

Generalmente, cuando un signo no está estandarizado, el intérprete pacta con el alumno el signo que va a utilizar después de poner en común con el profesor el significado del término.

Creemos que el trabajo conjunto de docentes, investigadores, personas Sordas e intérpretes puede ayudar significativamente en el desarrollo y normalización de nuevos signos científicos,

tal como se ha hecho con el lenguaje de signos americano (ASL). Citamos dos 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.

2- 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 cuadernos "Educación: Ciencias de la Naturaleza" (CNSE, 2003) y "Educación: Física y Química" (CNSE, 2003).

La Figura 5-1 muestra los signos utilizados para signar los tres estados de la materia en LSE.

Figura 5-1: Signos correspondientes a los estados sólido, líquido y gas de la materia en LSE. Fuente: "Educación: Física y Química" (CNSE, 2003)

Como se observa en la Figura 5-1, el signo hace referencia a la naturaleza corpuscular de la materia y al movimiento de las partículas.

Ejemplos como los que acabamos de citar, ponen de manifiesto la necesaria colaboración entre los agentes implicados en la educación del niño Sordo a la hora de normalizar los signos científicos.

Según Marshack, Sapere, Convertino, Seewagen, y Maltzen (2004) y Moeller y Shick (2006), la estandarización de signos científicos además de facilitar la tarea del intérprete, también repercute en la calidad de las argumentaciones de los alumnos Sordos en el aula de ciencias, aspecto que está muy ligado al desarrollo de un vocabulario científico comprensible y estandarizado.

La CNSE ha tratado de abordar la falta de signos de vocabulario técnico y científico a través de la elaboración de glosarios de términos, diccionarios en CDs y distintas publicaciones por áreas de conocimiento, lo que aumenta la coherencia y la normalización en el aula de ciencias.

De todas formas, el proceso de normalización no es sencillo, ya que la creación de un signo nuevo, como señalan Salles, Lima-Salles y Bredeweg (2005), necesita de un conocimiento profundo de su significado y tiene que ser llevado a cabo por la Comunidad Sorda, puesto que una sola Persona Sorda no puede crear un signo, sino que este tiene que ser aceptado por la comunidad, como ocurre con cualquier lengua

Experiencias como la desarrollada por Salles et al. (2005), por ejemplo, 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. A continuación, recogieron respuestas sobre los modelos mentales que utilizaban los estudiantes con un grupo de estudiantes Sordos del mismo nivel y se 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 americana. Finalmente, se compilaron 32 signos nuevos, a modo de glosario se grabó en un DVD y se distribuyó en las escuelas. Coincidimos con los autores en que crear un vocabulario que exprese conceptos científicos en lengua de signos, siguiendo un procedimiento que incluya la representación de categorías recurrentes de

conceptos científicos (de modo que los signos pueden ser reutilizados en diferentes contextos) y que cuente con la participación de la Comunidad Sorda, puede resultar muy beneficioso para la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo.

5.4. Objetivo

Este capítulo se centra en el Objetivo 1 de nuestra investigación: *"Conocer la realidad del aula de ciencias a través de las percepciones de los profesores e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo."*

Las preguntas que nos planteamos son:

Pregunta 1: ¿Cuál es la percepción de profesores e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo?

Pregunta 2: ¿Qué necesidades y dificultades plantea la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo en las aulas gallegas?

Para dar respuesta a las preguntas de investigación, se analizaron los datos procedentes de los cuestionarios y entrevistas enviados a profesores e intérpretes educativos.

5.5. Metodología

En este estudio utilizamos las dos técnicas de encuesta, el cuestionario y la entrevista.

La combinación de estas dos técnicas nos permite realizar análisis exploratorios sobre una temática poco conocida como es la percepción y necesidades de profesores e intérpretes que atienden a alumnado Sordo.

Por una parte, los cuestionarios nos permiten recoger datos, y la entrevista complementa y contrasta la información obtenida en los cuestionarios porque nos da la oportunidad de profundizar en detalles y argumentos que se han tratado de una forma más superficial en los cuestionarios.

La decisión de optar por utilizar el cuestionario como instrumento de recogida de información principal, se basó en la revisión de la literatura (Buendía, Colás y Hernández, 1997; Cohen y Manion, 1990; McMillan y Schumacher, 2005) que nos muestra las posibilidades y ventajas del uso del cuestionario como instrumento de recogida de información, así como sus posibles limitaciones.

En la construcción y posterior validación del cuestionario se tuvieron en cuenta las observaciones de estos autores, tanto en lo que se refiere al diseño del cuestionario como a la redacción, organización y estructura de las preguntas formuladas a lo largo del mismo, de forma que el cuestionario garantizase criterios de validez y fiabilidad.

En nuestro estudio incluimos tres cuestionarios:

1- "Cuestionario Global para Profesores" (CGP), con formato on-line y dirigido a todos los docentes de Galicia que imparten contenidos de ciencias en aulas con alumnado Sordo.

2- "Cuestionario Personal para Profesores" (CPP), que se envió como documento adjunto a una muestra seleccionada de profesores de este colectivo.

3- "Cuestionario Personal para Intérpretes" (CPI), enviado por mail a una selección de intérpretes.

Una vez recibidos y analizado los datos de los cuestionarios, llevamos a cabo una serie de entrevistas personales no estructuradas con una selección de profesores e intérpretes, que nos ayudaron a tratar cuestiones que no aparecían en los cuestionarios y ahondar en algunas de las respuestas de los mismos.

En la entrevista elegimos la tipología de entrevista semi-estructurada que no se guía por un modelo rígido, sino que se fundamenta en la interacción entrevistador-entrevistado y es muy útil en los estudios descriptivos y exploratorios ya que nos permitía explorar áreas que surgen espontáneamente durante la entrevista, e informarnos sobre cuestiones que se minimizaron o que no se pensó que fueran importantes.

La selección de los participantes se explica en el epígrafe 5.4.2 de ese capítulo.

5.5.1. Fases de diseño de los cuestionarios

Para la elaboración de los cuestionarios seguimos una serie de pasos comunes que se describen en la Figura 5-2.

Figura 5-2: Pasos comunes en la elaboración de los cuestionarios

Seguimos el mismo esquema en la elaboración de todos los cuestionarios. En un primer paso, revisamos la literatura sobre percepciones de profesores e intérpretes, seleccionamos los bloques de contenido o dimensiones que consideramos más relevantes y adaptamos los descriptores al contexto de nuestro estudio. A continuación, utilizamos la técnica de juicio de expertos que valoraron la pertenencia del contenido y la comprensión de los cuestionarios, y se desarrolló una prueba piloto con profesores externos. Por último, se elaboró el cuestionario final.

5.5.1.1. Diseño del Cuestionario Global para Profesores (CGP).

El diseño del CPG tuvo lugar en cuatro pasos:

Paso 1

En primer lugar, consensuamos qué tipo de información era relevante para el tema y variables de investigación, teniendo en cuenta el contexto y la revisión de la literatura. Decidimos que nos interesaba abordar las siguientes dimensiones:

1. Perfil profesional de los profesores.
2. Conocimiento de los profesores sobre la Comunidad Sorda y de las características de los alumnos Sordos de sus aulas.

3. Recursos materiales y humanos con que cuentan los profesores.
4. Las estrategias didácticas que utilizan en el aula para atender a las características del alumnado Sordo.
5. Expectativas y opiniones de los profesores sobre la inclusión educativa.

Obtuvimos un banco de preguntas de 58 preguntas, 43 abiertas y 15 cerradas seleccionadas y clasificadas en las cinco dimensiones predeterminadas.

Los 58 ítems obtenidos son la base para la elaboración de la versión experimental del cuestionario.

Paso 2

Para alcanzar niveles óptimos de validez de contenido se utilizó la técnica de juicio de expertos, y un estudio piloto para conocer la validez de contenido desde la perspectiva de la validez de comprensión de los sujetos objeto de estudio. Siguiendo las pautas que sugiere Wieserma (2001), se solicitó a un grupo de profesores con experiencia en inclusión educativa y que no iban a participar en la encuesta que valorasen diferentes aspectos sobre la información inicial, la escala de medida, y los ítems del cuestionario, y una valoración global de cada uno de ellos. Con respecto a la información inicial, a la escala de medida, y a la valoración final se les solicitó que hiciesen una valoración conceptual (grado de comprensión, adecuación en la redacción, etc.) y una valoración cuantitativa (escala de 1 a 4) de los mismos.

A partir de sus valoraciones redactamos el CGP final que consta de 45 preguntas, 33 cerradas y 12 abiertas que hacen referencia a cuestiones planteadas en algunas de las respuestas cerradas.

Paso 3

En tercer lugar, decidimos el tipo de herramienta a utilizar. Nos decantamos por elaborar un cuestionario on-line con la herramienta “Formularios de Google” en Google Drive.

Dada su simplicidad, la herramienta "Formularios de Google" nos resultó muy útil ya que está indicada para usuarios sin conocimientos de programación, y permite crear encuestas de calidad en línea. Se trata de una herramienta muy intuitiva que garantiza la recogida de información de manera simple y eficiente, facilitando la tarea tanto a los encuestadores como encuestados. Funciona subiendo a la nube el cuestionario elaborado y poniéndolo a disposición de las personas encuestadas de forma sencilla y cómoda. Permite el acceso a gran número de participantes y la recogida de datos de forma instantánea. Además, la herramienta agiliza el tratamiento de datos al permitir elaborar gráficos de Excel con los resultados obtenidos.

Insertamos cinco tipos de preguntas:

1- Tipo test: ofrece varias respuestas de las que el usuario deberá elegir una. Tenemos la opción de dejar una opción abierta.
2- Casillas de verificación: donde se permite la selección de varias respuestas a elegir de una lista. En este caso el usuario solo podrá elegir una de las alternativas entre las que aparecen en un desplegable.
3- Escala: en este caso, se pide adjudicar una calificación en una escala numérica, cuyos límites podemos personalizar, por ejemplo, del 1 al 5 o del 1 al 10. Para evitar confusiones se nos permite añadir una descripción a los límites. Por ejemplo, en la escala 1-5, 1 significa "Muy poco" y 5 "Con mucha frecuencia".

Elegimos una de sus plantillas y redactamos un primer cuestionario on-line.

Paso 4

Para asegurar una correcta recepción lo enviamos a modo de prueba piloto a colegas de distintos centros educativos indicándoles que trabajasen con distintos navegadores, para asegurar que independientemente del navegador utilizado recibían el cuestionario en el mismo formato y sin alteraciones en el contenido.

Por último, redactamos el cuestionario definitivo, especificando los procedimientos para

su utilización.

El CGP consta de 45 preguntas, 33 cerradas y 12 abiertas que hacen referencia a cuestiones planteadas en algunas de las respuestas cerradas.

Le pusimos como Título "Ensino das Ciencias a alumnado Xordo" e incluimos un texto informativo en la cabecera:

"*Todos os dados que se recollan son anónimos e confidenciales. O seu uso limitarase á presente investigación desde o Departamento de Didáctica das Ciencias da Universidade de Santiago de Compostela.*
A súa sinceridade nas respostas ás cuestións é determinante para o propósito da investigación: Mellorar o ensino das ciencias do alumnado Xordo integrado nas aulas .
Moitas grazas pola súa colaboración."

El cuestionario se puede consultar en el Anexo 1.

5.5.1.2. Diseño del Cuestionario Personal para Profesores (CPP)

Para profundizar en algunas de las preguntas del CGP elaboramos un segundo cuestionario que se envió adjunto por mail a un grupo seleccionado de profesores con amplia experiencia en la educación a estudiantes Sordos.

Los pasos seguidos para el diseño del cuestionario fueron los mismos que los descritos en el apartado 5.3.1.1, pero sin la inserción de una herramienta tecnológica de elaboración de cuestionarios.

El cuestionario integraba 36 preguntas abiertas clasificadas en 7 bloques:

1. Experiencia y formación docente.
2. Conocimiento o contacto con la Comunidad Sorda,
3. Características del alumnado Sordo en su aula.
4. Etapa Educativa en la que imparten clase.
5. Dificultades principales a la hora de impartir clases de ciencia a alumnos Sordos.

6. Recursos de los que dispone para atender a las necesidades específicas de los estudiantes Sordos.
7. Percepción sobre enseñanza de las ciencias a alumnos sordos y conocimiento de la Comunidad Sorda.

El cuestionario se diseñó de forma que permitiese a los participantes tener un tiempo de reflexión sobre las cuestiones de interés que facilitase la posterior entrevista individual (Anexo 2).

5.5.1.3. Diseño de la entrevista personal a profesores (EP)

En las entrevistas personales con los profesores e intérpretes, nos interesaba la interacción personal directa para matizar bien los detalles de las respuestas del cuestionario personal (CPP) enviados por mail.

El objetivo de la entrevista era recoger información precisa sobre aspectos subjetivos opiniones, emociones, argumentos, preocupaciones, dudas, etc., que les hubiesen surgido a lo largo de sus experiencias en la educación de Sordos.

Se diseñó una entrevista semi-estructurada, es decir aquella que se basa en una guía de preguntas, en nuestro caso las preguntas del cuestionario, y da libertad al entrevistador para introducir preguntas adicionales, revisar conceptos o profundizar en algunos temas (Grinell, 1997). Según del Rincón et al. (1995), en una entrevista de este tipo, el esquema de preguntas y secuencia no está prefijada, las preguntas pueden ser de carácter abierto y el entrevistado tiene que construir la respuesta; son flexibles y permiten mayor adaptación a las necesidades de la investigación y a las características de los sujetos.

Durante su preparación la directora y la investigadora de esta tesis, consensuaron los objetivos de las entrevistas, las áreas de análisis y el grado de estructuración de las mismas.

5.5.1.4. Diseño del Cuestionario Personal a Intérpretes (CPI)

Para conocer la percepción y necesidades de los intérpretes educativos en las clases de ciencias diseñamos un cuestionario específico (CPI) que consta de 16 preguntas relacionadas con su función y formación como intérprete educativo, experiencia, dificultades a la hora de interpretar y signar ciencias, normalización de signos científicos, colaboración con el profesor a la hora de preparar la sesión de interpretación, estrategias utilizadas para conseguir la plena participación del alumno o alumna Sordo/a en las discusiones de grupo y sus sugerencias de mejora y necesidades de formación.

El diseño del cuestionario siguió el mismo esquema que en el caso de del Cuestionario personal de Profesores.

El cuestionario (Anexo 3) se les envió adjunto por mail y, posteriormente, se desarrollaron dos entrevistas con los intérpretes que participaron en las experiencias de aula.

Se optó por esta modalidad para ampliar la posibilidad de cobertura de la investigación, y evitar el sesgo en las respuestas que pudiera producir la presencia de la investigadora, además de ofrecer al encuestado más tiempo para reflexionar sus respuestas, y la posibilidad de poder consultar a otras personas, o cualquier documento que estimase necesario.

5.5.1.5. Diseño de la entrevista a intérpretes educativos

En este caso se diseñó también una entrevista semi-estructurada, cuya preparación fue consensuada por la directora e investigadora de esta tesis.

Para facilitar la lectura y organizar la información de resultados, dividimos la metodología y resultados en dos partes, que se corresponden con:

1. Parte A: Percepciones y necesidades del profesorado que imparte ciencias a alumnado Sordo.
2. Parte B: Percepciones y necesidades de los intérpretes educativos que interpretan contenidos relacionados con ciencias.

Para cada una de ellas definiremos: contexto, criterios de selección de los participantes, participantes, toma de datos, procedimiento de validación y toma de datos; herramientas de análisis, resultados y discusión.

5.6. Parte A: Percepciones y necesidades del profesorado que imparte ciencias a alumnado Sordo

5.6.1. Contexto

Inicialmente nuestra intención era llegar a un gran número de encuestados y generalizar los resultados de la investigación a una población representativa. Con este fin se elaboró un cuestionario on-line (Anexo1), al que denomínanos “Cuestionario Global para Profesores”, dirigido a todos los profesores de ciencias de Galicia con estudiantes Sordos en sus aulas durante el curso 2014-2015.

Además, enviamos el Cuestionario Personal a Profesores a los docentes que pertenecían a los centros que han colaborado en esta investigación.

Los centros A, B y C están en la misma ciudad gallega y colaboran mutuamente. Así el centro A es un centro de referencia en la Educación de estudiantes Sordos en Galicia y algunos de sus alumnos acuden a algunas clases con oyentes -Escolarización Combinada- en el centro B, acompañados por una profesora de apoyo. Ambos son centros de Infantil y Primaria y públicos.

El centro C es un instituto de Secundaria con experiencia en la inclusión de alumnos Sordos que acuden a algunas clases de apoyo, en función de sus necesidades, en el centro A. También es público.

El centro A asesora a los centros B y C, y comparte con ellos recursos materiales y humanos.

El centro D, es un colegio plurilingüe de Primaria e Infantil situado en otra ciudad gallega que desarrolla desde hace dos años una experiencia plurilingüe integrando la LSE en sus aulas

y como asignatura. Es también un centro de referencia en la Educación de alumnado Sordo en Galicia.

Posteriormente a la recepción del Cuestionario (CPP), realizamos una serie de entrevistas con estos profesores con el fin de que nos ayudasen a profundizar en detalles y argumentos que utilizaron en las respuestas a este cuestionario.

Por último, categorizamos los datos de las distintas fuentes y realizamos la triangulación de datos.

5.6.2. Criterios de selección de los profesores participantes

En el Cuestionario General de Centros no existió la posibilidad de seleccionar la muestra porque la ley de protección de datos impide a la administración educativa informar sobre aquellos centros que tienen alumnado Sordo en inclusión educativa.

Los requisitos para la selección de la muestra en el caso del Cuestionario Personal para Profesores y en la entrevista a Profesores ya han sido citado en el Capítulo 4 de esta Tesis y se referían a su experiencia docente con alumnado Sordo (más de dos años e experiencia e impartir asignaturas de ciencias).

5.6.3. Participantes

La Tabla 5-2 recoge el perfil de los profesores participantes en este estudio. Los nombres respetan el sexo, pero no se corresponden con los verdaderos.

Todos son profesores en activo en los centros participantes excepto Clara, una profesora recién jubilada que había actuado como profesora de apoyo de cuatro de los alumnos de dicho centro. Consideramos que su participación en el apartado de entrevistas era fundamental ya que contaba con más de 30 años de experiencia en la educación de alumnos Sordos.

En total seis docentes respondieron a las preguntas del CPP y a la Entrevista a Profesores.

La media de experiencia con alumnado Sordo es de 4,5 años, exceptuando a Pedro y a Clara que tienen 11 y 23 años respectivamente, de experiencia docente con alumnado Sordo.

Su formación se corresponde con la obligatoria para impartir determinadas asignaturas de ciencias en el caso de las profesoras de la ESO y los de Primaria son maestros, algunos de ellos psicopedagogos y especialistas en Audición y Lenguaje, excepto Clara, Rocío y Pedro, los demás tienen un escaso conocimiento de la Comunidad Sorda.

Todos son profesores comprometidos que participan en múltiples actividades de innovación educativa.

Docente	Experiencia con alumnos Sordos	Titulación	Centro	Asignatura	Curso/Nivel educativo	Conocimiento de LSE y de la Comunidad Sorda
Pedro	11 años	Maestro Matemáticas y Ciencias Naturales (especialidad LOGSE) y Audición y Lenguaje.	A	Todas las asignaturas de Primaria y en ESO Matemáticas y Ciencias Naturales.	Primaria y ESO. Dirección del centro A.	Alto.
Clara	23 años	Profesora de Primaria. Pedagogía Terapéutica, Audición y Lenguaje.	A	L. Galega, Coñecemento do Medio, L. Castellana y Matemáticas. Apoyo escolar.	Apoyo a Primaria y ESO.	Alto.
Beatriz	2 años	Profesora de Infantil y Primaria. Psicopeda-goga.	B	Maestra de Primaria.	6º Primaria.	Trabajo de investigación sobre competencia lecto-escritora en alumnado Sordo.
Begoña	3 años	Licenciada en Biología y Geología.	C	Ciencias Naturales.	3º ESO	Nulo.
Marta	8 años	Maestra de Primaria. Directora del centro D.	D			Medio.
Rocío	5 años	Audición y lenguaje.	D	Apoyo.	Todos los niveles de Primaria.	Alto.

5.6.4. Toma de datos y validación de la toma de datos

En cuanto a la elección de las técnicas de recogida y análisis de datos, nuestra intención fue optar por el uso combinado de técnicas cualitativas y cuantitativas.

Al no poder disponer, por imperativo legal, del nombre de los centros que tenía a alumnos Sordos durante el curso 2014-2015, enviamos un correo a los directores de todos los centros de Galicia de Primaria, Secundaria y Formación Profesional, indicándoles el objeto de este estudio y nuestra necesidad de contactar por correo electrónico con los profesores de su centro que estuviesen impartiendo contenidos científicos a estudiantes Sordos. En el correo se les describía el contenido del Cuestionario Global a Profesores y un enlace en el que se invitaba a los profesores a responder a las preguntas del mismo.

También se les informaba de la importancia de su cooperación, del anonimato de las respuestas y se le ofrecía la posibilidad de que contactasen con la investigadora por correo electrónico para cualquier duda o eventualidad técnica que pudiese surgir.

Para la toma de datos del Cuestionario Personal a Profesores (CPP) y de las Entrevistas a Profesores (EP), utilizamos una técnica de muestreo no probabilística denominada accidental (Solanas, 1997), consistente en recurrir a los informantes con base en su disponibilidad o facilidad de acceso. Este tipo de técnica también recibe el nombre muestreo por conveniencia (Cohen y Manion, 1990; McMillan y Schumacher, 2005).

Para validar el Cuestionario Global a Profesores dirigido a todos los centros, la investigadora envío las primeras invitaciones a sí misma para asegurarse de su correcta recepción en los centros y a compañeros de trabajo de distintos centros educativos, que confirmaron su recepción, pero no realizaron la encuesta, para no interferir en los datos.

En el correo enviado a los directores de centros, les facilitamos una dirección de internet en donde tener acceso a la validación este acceso era personal lo que nos garantizaba la privacidad de los datos y evitaba la contaminación de respuestas de otras personas que no habían sido seleccionadas.

El número de respuestas fue muy bajo, por una parte, por el escaso número de alumnos Sordos escolarizados y, por otra porque, muchas veces los correos dirigidos de forma general a un centro no llegan a su receptor por distintas dificultades administrativas.

De 1320 correos solo respondieron 23 directores señalando que tenían alumnos Sordos en sus centros. De los que respondieron solo doce tenían alumnos en las etapas de Primaria y Secundaria o FP y nos pusieron en contacto vía mail con sus profesores. Solo siete contestaron al CGP on-line.

Si bien el proceso parecía sencillo, las trabas a nivel legal para facilitar los datos personales de la población objeto de estudio no nos permitió desarrollar el estudio cuantitativo que pretendía el CGP.

Somos conscientes de que a través de esta técnica de muestreo debemos ser cautelosos a la hora de generalizar los resultados obtenidos, puesto que estarán restringidos a las características de muestra.

Respecto al Cuestionario Personal a Profesores, la investigadora visitó a los directores y a los docentes de los centros educativos seleccionados para la experiencia de aula. Durante la visita se les explicó el objetivo de las mismas, el motivo por el que habían sido seleccionados, y la importancia de su colaboración para la investigación. También se les comunicó la posibilidad de contactar con la investigadora para cualquier duda o sugerencia, además se les informó de que planificación iba a ser flexible para adaptarse a su programación y los condicionamientos éticos de la investigación.

Posteriormente, se les envió el CPP y, una vez recibidas las respuestas se marcó una entrevista individual con cada uno de ellos. Las entrevistas se realizaron durante los meses de marzo y abril del curso 2013-2104.

5.6.5. Herramientas de análisis

Para analizar los datos hemos utilizado la triangulación de datos como herramienta de análisis en esta investigación, abordando un mismo objeto de estudio pedagógico, la percepción y necesidades de los profesores con alumnos Sordos en el aula inclusiva, desde diferentes

perspectivas de contraste (cuestionarios y entrevistas personales) y en distintos tiempos. En el capítulo 4 hemos profundizado en esta técnica.

Para analizar las respuestas del Cuestionario General a Profesores (CGP), una vez recogidos los datos organizamos las respuestas en seis categorías principales y sus correspondientes subcategorías que se corresponden con las preguntas del CGP, señalando la frecuencia de cada una de ellas. La Tabla 5-3 recoge las categorías de análisis.

Para analizar el Cuestionario Personal a Profesores (CPP) con 35 preguntas abiertas y las respuestas a las Entrevistas a Profesores (EP),en primer lugar elaboramos un resumen inicial de las respuestas, a continuación adjudicamos un nombre falso que respetaba el sexo del entrevistado y codificamos las respuestas de los profesores en el CPP y la EP con un código que indicaba la inicial del nombre , la etapa educativa en la que daba clase y la inicial con la que se identificó el centro educativo en el que desarrolla su labor que se muestra en la Tabla 5-4 (por ej., Clara Educación Primaria Centro A: CPA).

Tabla 5-4: Codificación de los participantes en el Cuestionario Personal a Profesores y en las Entrevistas Personales

Profesor	Pedro	Clara	Beatriz	Begoña	Marta	Rocío
Código	PPA	CPA	BPB	BSC	MPD	RPD

Después registramos los puntos principales del cuestionario y la entrevista en una matriz para ver que categorías se complementaban y cuáles no o aquellas en las que necesitábamos una mayor información.

La Tabla 5-5 muestra la matriz utilizada para comparar los resultados de las dos fuentes de datos. En el caso de que los resultados procedentes de ambas fuentes no se complementasen se indicaba con un símbolo diferente.

Una vez identificados los puntos en los que se nos presentaba algún tipo de duda o matiz a comentar repasamos el informe del cuestionario con los entrevistados en una reunión de seguimiento, para evita mala interpretación por nuestra parte y elaboramos una tabla con resumen de las respuestas.

Recurrimos a la triangulación para elaborar una lista de nueve categorías, comparando las respuestas en el CPP y la EP.

Finalmente seguimos el mismo proceso para comparar las respuestas del Cuestionario General a Profesores, con el Cuestionario Personal a Profesores y la Entrevista a Profesores.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 5-3: Clasificación de las respuestas de los profesores al Cuestionario General de Profesores (CGP)

Categoría	**PREGUN-TAS CGP**	**RESPUESTAS CPG (n=7)**								
Experiencia docente.	Experiencia docente.	Entre 5 y 10 años.					Más de 10 años.			
		3					4			
	Experiencia con alumnado Sordo.	Primera vez.					Muy poca experiencia.			
		4					3			
Conocimiento o con-tacto con la Comunidad Sorda.	Conocimiento de la Comunidad Sorda.	Sí					No			
		4					3			
Número y características de los alumnos Sordos en el aula.	Número de alumnos Sordos en el aula.	Todos los profesores tienen un alumno Sordo en el aula de ciencias.								
	Características del alumnado Sordo en sus aula.	Tipo de Sordera.								
		Sordera profunda prelocutiva.			Hipoacúsicos.					
		3			4					
		Escolarización previa								
		Centro de Educación Especial			Inclusión educativa					
		2			5					
		Etapa educativa								
		Primaria		ESO			FP			
		4		2			1			
Expectativas sobre la enseñanza de las ciencias al alumnado Sordo.	Expectativas sobre enseñanza de las ciencias alumno Sordo/alumno oyente.	Menores que con los alumnos oyentes.			Iguales a las que tienen sobre sus alumnos oyentes.			Iguales a las que tienen sobre sus alumnos oyentes excepto en habilidades lecto-escritoras.		
		1			3			3		
	Habilidades relaciona-das con el aprendizaje de las ciencias en las que encuentran diferencias con los alumnos oyentes.	En orden de importancia: - Hacer inferencias e interpretaciones. - Comprensión. - Deducción e identificación. - Argumentación.								
Dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.	Dificultades a la hora de impartir clases de ciencias.	En orden de importancia: 1- Dificultad para interpretar los textos escritos de los alumnos y de comunicación. 2- Dificultades didácticas. 3- Dificultades logísticas y administrativas.								
	Atención a las necesidades específicas del alumnado Sordo.	Preparación previa de las clases.		Distribución en el aula.		Tipo de agrupamiento.			Adaptaciones curriculares.	
		Sí	No	1ª fila	No	Pequeño grupo	Pareja cooperativa	Ninguno	Ninguna	Contenidos mínimos
		6	1	1	6	3	3	1	5	2
	Estrategias de aula que les resultan más efectivas.	En orden de importancia: 1-Estrategias de aula diversificadas. 2-Uso de esquemas y resúmenes. 3-Adpataciones curriculares. 4-Materiales específicos. 5-Reflexión conjunta.								
	Estrategias metodológicas más efectivas.	1-Estrategias de aprendizaje visual. 2-Evaluación diferenciada. 3-Estrategias de indagación y argumentación.								
	Actividades de aula más efectivas en el aula de ciencias.	En orden de importancia. 1- Actividades prácticas. 2- Trabajos cooperativos. 3- Visitas de estudio.								
	Medidas que consideran necesarias para atender a las necesidades del alumnado Sordo.	En orden de importancia: 1- Formación específica del profesorado. 2- Aprendizaje LSE. 3- Disponer de más espacios y tiempos con los intérpretes. 4- Profesores de apoyo especialistas en ciencias. 5- Flexibilidad Curricular.								
Infraestructura y recursos disponible en el aula.	Recursos didácticos que utiliza.	En orden de importancia: 1- Soporte visual 2- Lecciones de repaso. 3- Recursos web y software de apoyo.								
	Satisfacción con los recursos de apoyo de los que dispone.	No son suficientes.					Son suficientes.			
		4					3			
	Presencia del intérprete en las aulas con alumnado Sordo profundo (n=3).	En todas las clases.					A veces.			
		1					2			
	Introducción de nuevos signos científicos. (n=3).	Los pacta con el intérprete y el alumno.				Los pacta con el intérprete		Los introduce sin más.		
		1						2		
	Valoración de la labor del intérprete.	Positiva.				Negativa.		Positiva pero ralentiza las clases.		
		2						1		

Tabla 5-5: Matriz de comparación entre los datos obtenidos en el Cuestionario Personal a Profesores (CPP) y la Entrevista a Profesores (EP)

Categoría	CPP	EP	Profesor
Experiencia docente con alumnado Sordo.	☑	☐	CPA
Conocimiento o contacto con la Comunidad Sorda.	☑	☑	
Dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias en el alumnado Sordo.	☑	☐	CPA PPA BSC
Infraestructura y recursos disponibles en las aulas.	☑	☑	
Actitudes hacia el aprendizaje de las Ciencias del alumnado Sordo.	☑	☐	CPA
Percepciones sobre la importancia de la alfabetización científica de los estudiantes Sordos.	☑	☐	RPD
Propuestas de mejora en la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo.	☑	☑	
Necesidades de formación.	☑	☐	BPB
Percepciones sobre la inclusión educativa del alumnado Sordo y las medidas a tener en cuenta en su inclusión.	☑	☐	BSC

5.6.6.1. Análisis de resultados del Cuestionario General a Profesores

En total se recibieron siete respuestas al Cuestionario Global para Profesores (CGP) on-line de los doce centros que habían respondido.

Las respuestas al CPG enviado a todos los centros educativos muestra que los docentes de ciencias con alumnado Sordo en las aulas en el curso 2014/2015 tienen una amplia experiencia docente, pero señalan muy poca o inexistente experiencia con alumnado Sordo.

Más de la mitad conocen las características de la Comunidad Sorda y el resto no dispone de ninguna información sobre ella.

Los profesores participantes tienen solo un alumno Sordo por aula, con distintos tipos de sordera y escolarización previa e imparten clases en Primaria, mayoritariamente, y en ESO y FP.

Respecto a la pregunta relacionada con las expectativas que tienen como profesores de ciencias con sus estudiantes Sordos indican que son las mismas que para el alumnado oyentes, y algunos matizan esta afirmación señalando que no tienen las mismas expectativas en lo que se refiere a las habilidades lecto-escritora. Solo un profesor de la ESO afirma tener unas expectativas inferiores a las que tiene con el alumnado oyente.

A la hora de evaluar en qué habilidades relacionadas con el aprendizaje de las ciencias encuentran diferencias significativas entre alumnado Sordo y oyente, apuntan las habilidades para hacer inferencias, interpretaciones, dificultades de comprensión, deducción e identificación. Solo un profesor alude a las dificultades a la hora de argumentar en el aula.

En las respuestas las dificultades con las que se encuentran a la hora de impartir las aulas, citan en primer lugar las dificultades para interpretar sus escritos, y las comunicativas en concordancia con los resultados de investigaciones tal y como indicaban los resultados de la investigación de Juárez Sánchez, Padilla, Cortés y López (2010), en otras áreas geográficas del Estado Español.

Aluden también a dificultades pedagógicas y, por último, a dificultades logísticas y administrativas.

Respecto a la atención a las necesidades específicas del alumnado Sordo, la mayoría señala que preparan previamente las clases para adaptarlas a las necesidades de sus alumnos Sordos, aunque dos profesores indican que no tienen necesidad de hacer ningún tipo de preparación previa.

Solo un profesor atiende a la distribución de los alumnos Sordos en el aula, situándolo en primera fila y, a la hora de agruparlos en el aula consideran como más eficaz el agrupamiento en pequeños grupos de alumnos Sordos y oyentes, parejas cooperativas alumno Sordo/alumno oyente y uno de ellos trabaja solo en grupo clase.

En relación a la pregunta sobre el tipo de modificaciones que integran en la programación de aula a la hora de enseñar a alumnos Sordos, solo dos contestan que dan el mismo tipo de contenidos, pero en menor grado de dificultad, resaltando los aspectos clave y estructurando de forma rigurosa la información que les presentan. Señalan que el tipo de adaptaciones coincide con las que efectúan a otros alumnos del aula inclusiva que tienen el español como segunda lengua y que realizan actividades específicas para los estudiantes Sordos integradas con la programación.

Entre las actividades de aula que les resultan más efectivas en el aula de ciencias con alumnos Sordos, señalan en primer lugar las actividades prácticas y los trabajos cooperativos y dos de ellos aluden a las visitas de estudio, la visualización de vídeos subtitulados y solo uno cita las simulaciones y la exposición como actividades efectivas.

Estas actividades se corresponden con las señaladas en las investigaciones de (Boyd y George, 1973; Easterbrooks y Scheetz, 2004; Stewart y Kluwin, 2001), que animaban a promover el trabajo en grupo para encontrar y discutir soluciones y preguntas a problemas reales que den sentido a los conceptos y mejoren la comprensión del contenido abstracto. Sin embargo, solo un profesor de los participantes alude a la argumentación como estrategia didáctica.

Las estrategias metodológicas que señalan como más efectivas son la comunicación en LSE, el aprendizaje visual, el uso de esquemas y resúmenes y, en menor medida, el diseño de actividades en las que los alumnos puedan manipular materiales.

A la hora de responder sobre qué medidas consideran necesarias para atender las necesidades de los alumnos Sordos en el aula de ciencias, señalan en orden de importancia:

1. Formación específica al profesorado.
2. Promover el conocimiento de la Lengua de Signos y de la Comunidad Sorda por parte de los profesores.
3. Más espacios y tiempos de contacto entre el profesor y el intérprete.
4. Profesores de apoyo con conocimientos de ciencia.
5. Flexibilidad curricular.

El punto 3 también se referencia en el estudio de Seal et al. (2002) en EEUU en los que señalan los profesionales de apoyo no tienen, en su mayor parte, formación en ciencias sino en áreas como Logopedia y Audición y Lenguaje, por lo que su presencia en las aulas de ciencias no es tan útil para el profesor de aula como debiera.

Sobre las necesidades de formación referencian como prioritarias recibir cursos de formación en LSE y mejorar sus conocimientos didácticos para atender a las necesidades específicas de los alumnos Sordos. Solo un profesor responde que no necesita formación.

Los recursos didácticos que utilizan comúnmente para atender a este colectivo son mayoritariamente el soporte visual, y en menor medida las lecciones de repaso, recursos web y software de apoyo.

Sobre los recursos de los que disponen, más de la mitad de los profesores indican que no son suficientes para el buen desarrollo de su labor y tres de ellos se muestran satisfechos con los recursos disponibles en sus centros.

De los tres profesores con alumnado Sordo Profundo solo uno dispone del apoyo de un intérprete en todas las aulas y dos de ellos cuentan con su presencia irregularmente.

Para conocer el grado de colaboración con el intérprete en el aula se les preguntó a los profesores con Sordos profundos en el aula de ciencias, cómo introducían nuevos signos científicos, su percepción sobre el papel del intérprete en los debates de aula y si preparaban la clase previamente con el intérprete.

Los resultados muestran que dos tercios de los participantes no colaboran con el intérprete a la hora de introducir signos nuevos, lo que puede repercutir en la información que se transmite, sin embargo, la percepción de la presencia de un intérprete en los debates de aula es considerada como muy positiva para dos de los tres profesores que disponen de intérprete y solo uno matiza que resta naturalidad y ralentiza el flujo de información.

Por último, se les animó a que nos comentasen su opinión sobre la integración en las aulas de los alumnos Sordos. Citamos literalmente sus opiniones:

Profesor 1: *"En el caso de este alumno la integración es muy buena, y no tiene ningún tipo de dificultad en la relación con sus compañeros. Su rendimiento académico también es bueno, es un niño muy aplicado."*

Profesor 2: *"En este caso particular, el alumno está totalmente integrado en el aula. La relación con el profesorado y con el alumnado es muy buena. Todas las partes hacen un esfuerzo en la comunicación y, por lo general, obtiene resultados positivos. El alumnado del aula conoce algunos signos y todos tenemos nuestro signo identificativo. Los amigos más próximos al alumno sordo conocen más la lengua de signos y tienen un gran interés por aprenderla."*

Profesor 3: *"Es muy difícil promover la interacción más allá de los trabajos de clase si no se le ofrece al resto de alumnado la posibilidad de aprender lenguaje de signos"*

Profesor 4: *"Depende mucho del grado o tipo de sordera; de los recursos, espacios y preparación de los profesores; se hay personal de apoyo; el número de alumnos sordos y oyentes por aula, ... La integración en este y en otros casos, normalmente se reduce la una serie de buenas intenciones y de que "parezca" que todos los niños son iguales, ... Sin recursos, sin espacios, sin docentes formados, sin personal de apoyo, ... En suma, muchas palabras y poco dinero."*

Profesor 5: *"Tuve muy poca experiencia, pero mi alumno me pareció un buen ejemplo de integración. Es una situación que precisa del esfuerzo por las dos partes y la colaboración del resto del profesorado y alumnado"*

A la vista de las opiniones que reflejan en sus respuestas, parece que la clave de la integración está en proporcionar recursos comunicativos y la promoción de la integración del niño Sordo en el aula supone un esfuerzo conjunto de toda la comunidad educativa.

5.6.6.2. Análisis de resultados del Cuestionario Personal a Profesores y la Entrevista a Profesores

En este epígrafe describimos los resultados del análisis.

Experiencia docente con alumnado Sordo

Como los participantes en el CPP y EP son profesores de centros educativos que históricamente han sido centros de referencia para la escolarización de los estudiantes Sordos, la mayoría del profesorado tiene una amplia experiencia docente con este tipo de alumnos. Con una media de 4,5 años de experiencia en docencia a estudiantes Sordos y con dos profesores con experiencia de 11 y 23 años.

Si comparamos estos datos con los del cuestionario general, a priori parece que, excepto en los centros de referencia, la mayoría de los profesores de los centros de inclusión educativa tienen poca o ninguna experiencia en la inclusión de este colectivo. Creemos que las causas se deben a factores como el pequeño porcentaje de estudiantes Sordos escolarizados en relación a la totalidad de los alumnos, la falta de agrupamiento escolar y la movilidad del profesorado. Incluso dentro de los centros referentes, dos profesoras que desarrollan su labor en aulas de escolarización combinada o inclusivas, tienen una experiencia en la inclusión de alumnado Sordo de 2 y 3 años, respectivamente.

Nivel de conocimiento o contacto con la Comunidad Sorda

Sorprende, que en las respuestas al CPP los docentes de colegios con una extensa trayectoria en la escolarización del alumnado Sordo, muestren un nivel de conocimiento de la Comunidad Sorda medio o bajo.

Si los comparamos con los datos obtenidos en las respuestas del CGP, parece un mayor grado de conocimiento de la Comunidad Sorda en centros con poca o ninguna trayectoria en la educación de Sordos, lo que nos parece contradictorio. Creemos que tendríamos que haber concretado más en la pregunta en el CGC, ya que los profesores pueden haber contestado que conocen la Comunidad Sorda pero simplemente aludiendo a un conocimiento superficial.

Podemos deducir que, excepto en los centros A y D, referentes en la educación de Sordos en Galicia, el contacto e información de los profesores con la Comunidad Sorda es escaso.

Percepción de los profesores de las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias en el alumnado Sordo

En este ítem, también existe un consenso general sobre las dificultades que se encuentran en el aula de Ciencias con estudiantes Sordos, pero desde distintas perspectivas.

En primer lugar, aparecen las dificultades comunicativas y las relacionadas con las habilidades lecto-escritora de los alumnos Sordos.

En el CGP los docentes señalaban sus dificultades para entender los textos escritos de sus alumnos Sordos y sus problemas de comunicación. Sin embargo, en las respuestas al CPP y EP, estas dificultades no aparecen en las respuestas de los docentes y directores de los centros A y D al tratarse de profesores con amplia experiencia en la educación de alumnos Sordos. En este caso, sus respuestas se enfocan en las dificultades que poseen los alumnos.

Los profesores señalan las dificultades lecto-escritora de los alumnos Sordos que les llevan a no comprender o sobre-interpretar los enunciados de los ejercicios, y las dificultades comunicativas a la hora de explicarles de fenómenos científicos que necesitan de mayor abstracción, no solo por las dificultades lingüísticas, sino también, por la falta de metodologías apropiadas y la necesidad de tiempos extra y estrategias de aprendizaje adaptadas a la falta de audición.

En la entrevista Pedro comenta su percepción sobre las dificultades de aprendizaje de los alumnos Sordos: "*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 *"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 aparte de las horas reglamentarias de trabajo ya que cuando se deja para sus domicilios el trabajo, muchas veces no son capaces de avanzar, pues normalmente en casa no les pueden ayudar como lo puede hacer un profesional especializado."*

Creemos que ésta puede ser una de las razones que explique las opiniones de dos de los profesores que respondieron al CGP indican que no encuentran ningún problema a la hora de enseñar ciencias al alumnado Sordo.

En el CPP y entrevistas personales, la profesora de ESO indica que prepara con anterioridad sus clases de ciencias, las prepara con el intérprete y, después de las explicaciones, proporciona un resumen de lo que ha dado para que los estudiantes Sordos lo lleven a casa, una respuesta que también aparece en el CGP y que puede estar relacionada con los espacios y horarios disponibles, que señalaban los profesores de CGP.

En cuanto a las dificultades didácticas que se señalan en el CGP, también en el CPP aparecen señaladas. Así, Beatriz, profesora de Primaria del centro B, responde en la entrevista: *"Creo que tenemos demasiado presente el currículo, el factor tiempo, la programación… estamos más preocupados por dar el temario, por transmitir conocimientos que, por la propia investigación, la experimentación. Esto ocasiona que se aprendan los resultados, no que los comprendan y, lo peor, es que no despertamos el gusto y la curiosidad por la investigación"*.

Cuando necesitan hacer modificaciones en la programación se refieren a contenidos mínimos y a la planificación de las clases de forma que resulten más accesibles al colectivo Sordo en inclusión escolar.

Respecto a las dificultades a la hora de introducir nuevos términos científicos en el aula de ciencias con estudiantes Sordos, aunque en el CGP los profesores declinan esta responsabilidad en los intérpretes, o pactan con ellos y los alumnos los nuevos signos. En el CPP los profesores experimentados, aluden a la falta de normalización de signos científicos y a las dificultades que pueden tener los intérpretes a la hora de transmitir los conceptos científicos. Consideran que la introducción de nuevos signos debe ser parte de un trabajo conjunto entre Personas Sordas, lingüistas, intérpretes y profesores de ciencias.

Begoña, profesora de Ciencias de la Naturaleza en el centro C responde: *"Considero que el mayor problema para ellos es el lenguaje científico y los distintos enfoques del método científico… Las Ciencias Naturales utilizan, en gran medida, símbolos y fórmulas, y se emplean muchas veces metáforas y símiles que pueden generar problemas entre el término de un*

concepto y lo que se pretende explicar. Muchas veces se utilizan términos que se emplean para otros significados en el lenguaje y esto crea confusión en el alumnado Sordo."

En resumen, los profesores perciben que las dificultades de aprendizaje de las y los estudiantes Sordos se deben, en gran medida, a sus habilidades de lectoescritura, junto con las dificultades comunicativas y que sus dificultades a la hora de impartir sus clases se relacionan con el desconocimiento de metodologías específicas para atender a la población Sorda escolarizada.

A la vista de estos datos, coincidimos con Graham et al. (2012) y Mangrubang (2004) en que es prioritario incluir cambios en la formación de los maestros de Educación Primaria y Secundaria que les proporcionen conocimientos, habilidades y herramientas para diseñar sus clases de acuerdo con los resultados de la investigación didáctica y acorde con las necesidades específicas de los alumnos, entre ellos los estudiantes Sordos.

Aluden también a la necesidad de una normalización de los signos científicos en LSE que como producto de la estrecha colaboración entre la Comunidad Sorda, lingüistas, intérpretes y profesores de Ciencias tal y como indica Morales (2008) en sus estudios sobre el bilingüismo y en concordancia con otras investigaciones centradas en las dificultades con los neologismos científicos en LSE (Cacamise, 1988; Jones 2004; Lang, 2007; Mishra, 2004; Rasmus y Allen, 1988).

Percepción de los profesores sobre la infraestructura y recursos disponibles en las aulas

Aunque todos coinciden en que actualmente las infraestructuras y recursos disponibles en las aulas han mejorado notablemente respecto a la pasada década, la situación es muy diferente para aquellos centros como el A o el D que históricamente han sido centros de educación de alumnos Sordos. Estos centros disponen de buenas infraestructuras (aulas amplias, un ordenador por alumno, laboratorio, profesorado especialista, etc.), frente a los otros centros donde se acusa una total ausencia de recursos, salvo el/la intérprete educativo o profesorado de apoyo.

Todos coinciden en los pocos o inexistentes recursos de los que disponen para la práctica científica y para la implantación de herramientas TIC, aun perteneciendo al Plan Abalar.

A tenor de las respuestas, los profesores demandan recursos que coinciden con las necesidades básicas señaladas por Roald (2010) en su investigación con profesores Sordos en Noruega y se corresponden con los resultados de las investigaciones sobre requerimientos básicos de los centros para un buen desempeño de la inclusión de alumnos Sordos que aparecen en distintas investigaciones (Domínguez, 2007; Jagodzinski y Wolski, 2012; Stephenson y Easterbrooks, 2006).

Percepción de los profesores sobre la alfabetización científica del alumnado Sordo

Todos los profesores participantes en el CGP consideran que la alfabetización científica es imprescindible en la educación de los alumnos Sordos.

Sin embargo, en el CPP y en las entrevistas individuales, solo la profesora de la ESO del centro C, la profesora de Primaria del centro B, y el profesor/director del centro A, consideran que la formación científica del alumnado Sordo es fundamental en su proceso educativo, el resto no considera importante la alfabetización en ciencias del alumnado Sordo priorizando el desarrollo lingüístico y la comunicación oral, quizás por una visión preponderante de la Sordera centrada únicamente en el desarrollo del lenguaje, y por desconocimiento de la ventaja de las ciencias como instrumento para desarrollar el lenguaje y de la argumentación como estrategia comunicativa que señalaba Lang et al. (2003), en su investigación sobre las relaciones entre ciencia, razonamiento y lenguaje.

En las respuestas del CPP de las entrevistas los profesores señalan que los estudiantes Sordos tienen una actitud positiva hacia las ciencias, principalmente hacia aquellas cuestiones relacionadas con las ciencias que son menos abstractas y más visuales. Esta percepción es similar en las respuestas al Cuestionario General a Profesores.

Pedro, profesor con 11 años de experiencia en la formación en ciencias a alumnado Sordo comenta en la entrevista: *"Su disposición es positiva, pero creo que tienen dificultades con algunas de las partes que tienen que estudiar. Fundamentalmente su dificultad radica en la*

comprensión de los textos por lo que es necesario acompañar de innumerables ejemplos prácticos y que puedan percibir de forma visual, para avanzar en su aprendizaje. La parte mecánica de la ciencia es más sencilla de explicar. Cuando se necesita de comprensión de textos relativamente abstractos surgen los problemas."

Podemos afirmar que todos los profesores señalan como positiva la actitud de los alumnos Sordos hacia las ciencias, especialmente cuando tratan los contenidos utilizando ejemplos visuales y manipulables.

Propuestas de los docentes entrevistados, para mejorar la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo

En esta investigación nos parece fundamental conocer y compartir las sugerencias de los profesores y profesoras de ciencia para mejorar la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo. Sus opiniones son muy valiosas y pueden servir de referencia para otros profesores, para la Administración, instituciones de Sordos y departamentos de Didáctica de las Ciencias.

En primer lugar, analizamos sus respuestas sobre las estrategias didácticas que les parecen más beneficiosas en la instrucción científica a estudiantes Sordos. Los profesores señalan como prioritarias las estrategias basadas en el aprendizaje visual y el uso de resúmenes y esquemas.

Respecto a los recursos que les resultan más efectivos para mejorar el aprendizaje de sus alumnos Sordos, inciden de nuevo a los recursos visuales, entre ellos el vídeo subtitulado, presentaciones, gráficos y diagramas, etc.

A continuación, se resumen las propuestas de actividades que, según los profesores experimentados, podrían contribuir al aprendizaje de las Ciencias:

- Explicaciones concisas con un lenguaje muy preciso y siempre que sea posible acompañadas de apoyo visual y/o actividades prácticas.
- Introducir conceptos nuevos a partir de aprendizajes anteriores.
- Utilizar libros de texto atractivos, con buena información visual, poco texto y con información de acceso a actividades on-line.

- Dar tiempos extra, aparte de las horas reglamentarias, y resúmenes por escrito, previo a la explicación para el alumnado Sordo y el intérprete y después de la clase.
- Diseñar actividades y explicaciones muy estructuradas y organizadas y con un elevado número de recursos visuales (infografías, fotos, imágenes, vídeos subtitulados, dibujos pictogramas y organizadores gráficos) y rotulación de todo el material específico del aula.
- Vocabularios temáticos (glosarios).
- Reducir los textos relacionados con cada tema y adaptarlos a sus habilidades lectoras.
- Trabajar de forma cooperativa en el aula de ciencias.
- Realizar actividades experimentales de fuerte componente visual y manipulativo.
- Presentar sus experiencias a otros alumnos Sordos, pues compartir sus estrategias ayuda a los compañeros con las mismas dificultades.
- Incorporar las TIC al aula de Ciencias por su alto componente de información visual y de motivación.
- Respecto al trabajo en el laboratorio, además del guión de prácticas se les debe proporcionar por escrito los posibles riesgos que pueden derivar de las prácticas.

A continuación, transcribimos algunos de los párrafos de la entrevista con Clara, con más de 23 años de experiencia en educación con alumnado Sordo por su relevancia:

"Un problema importante y habitual en el caso de los alumnos Sordos, es que, al carecer de lenguaje, olvidan fácilmente lo aprendido, por lo que hay que estar continuamente recordando aprendizajes anteriores."

"Antes de las visitas culturales que se realicen a lo largo del curso (algo muy importante para estos alumnos) se debe dar una información lo más completa posible de aquellos que van a visitar y cerciorarse de que han entendido la finalidad de la visita. Una vez de vuelta al aula, realizar un sondeo para asegurarnos de que la visita ha sido fructífera. En estas visitas a museos, fábricas…, si sería aconsejable la presencia de un intérprete que a su vez debería preparar con anterioridad la visita teniendo en cuenta los textos a traducir y el tipo de alumnos al que va dirigido."

"A lo largo de tantos años dedicados a la enseñanza y, en concreto, con alumnos con déficit auditivo, puede comprobar la gran ventaja de la incorporación de las nuevas

tecnologías al proceso educativo, sobre todo en el caso de los alumnos Sordos, ya que hacen que la adquisición de conceptos sea más fácilmente alcanzable y rápida, además de aportar una gran motivación en el proceso de aprendizaje."

La mayoría de las estrategias y recursos que señalan coinciden con las propuestas de buenas prácticas docentes que señalaban Stephenson y Easterbrooks (2006) en la revisión y clasificación cientos de prácticas de profesores con alumnado Sordo en EEUU.

Todas las respuestas coinciden con la revisión de la literatura, tanto en lo que se refiere a las ventajas de la experimentación como señalaban las investigaciones de Boyd y George (1973); Easterbrooks y Stephenson, (2006); Hart y Lee, (2003); Spencer, (2006); y Wang, (2011) como en la importancia de los apoyos visuales (Cifuentes y Hsieh, 2004; Freel et al. 2011; Golos y Mosés, 2011; Ruiz y Muñoa, 2014) y la inclusión de las TIC (Golos y Moses 2011, 2013 a, 2013b; Lang y Steely (2003); Parton,2006; Shepherd y Alpter, 2015; Smith, 2006) que referimos en el capítulo 8 de esta Tesis.

Creemos que estas sugerencias son muy beneficiosas para el aula inclusiva en general, ya que, a la vez que atienden a las necesidades específicas del alumnado Sordo también son útiles para alumnado inmigrante, por ejemplo, ya que atienden a distintas velocidades en el aprendizaje, distintos estilos de aprendizaje, y a la atención a las necesidades particulares de cada alumno en el aula inclusiva.

Percepción de los profesores sobre la inclusión educativa del alumnado Sordo y las medidas a tener en cuenta en su inclusión

Todas las respuestas de los participantes en los dos cuestionarios y entrevista señalan que los profesores abogan por la inclusión educativa y Pedro, director del centro A, sugiere que la educación combinada es una opción óptima para ir facilitando la inclusión educativa de modo progresivo.

Respecto a las medidas a tener en cuenta para la inclusión educativa proponen:

- Contar con profesorado conocedor de las características y necesidades del alumnado Sordo.

- Introducir la figura del intérprete y sobre todo del profesor/a de apoyo ya que la simple interpretación no garantiza la comprensión.
- Establecer en las programaciones horarios de apoyo que posibiliten la anticipación de conceptos.
- Uso de tecnología que mejore el acceso a la información (establecer alarmas visuales, utilización de sistemas de Frecuencia Modulada en las aulas, etc.).
- Ubicar a los alumnos Sordos en el aula de forma que reciban la información de sus compañeros/as y del profesor/a.
- Establecer medidas preventivas informando previamente al docente sobre las características de la Comunidad Sorda escolarizada, cómo afecta la sordera a los procesos comunicativos en el aula y las adaptaciones a incluir en el proceso educativo.
- También consideran necesario informar a las y los compañeros oyentes de las dificultades de comunicación de las y los estudiantes Sordos, explicándoles que hay otras formas de comunicación y animándolos a iniciarse en el aprendizaje de la LSE.
- Facilitar por parte del centro y del profesor el acceso a estrategias que ayuden a romper las barreras de comunicación.
- Acompañarlos de una o un alumna –tutor que le sirva de apoyo.
- Dependiendo del déficit auditivo, establecer alarmas visuales.
- Agrupamiento en parejas cooperativas o pequeño grupo con alumnos oyentes.

Aunque todos los profesores eran partidarios de la inclusión educativa, los profesores de la ESO tenían algunas reticencias a que esta modalidad educativa fuese la idónea para los estudiantes Sordos, alegando al poco tiempo de que disponen para atender a sus necesidades y a su falta de formación en metodologías didácticas que beneficien a los estudiantes Sordos, coincidiendo con los resultados de otros estudios (ver p.ej., Cochran 1998 y Smith, 2000; Hasting et al., 2003; Larrivee et al., 1979).

A modo de resumen, y dado que esta es la primera investigación sobre enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo en este país, señalar que las percepciones y necesidades planteadas por los profesores respecto al proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias con alumnado Sordo, coinciden con las reflejadas en las investigaciones realizadas en otros países.

Coincidimos con Avramidis et al. (2000) en que el nivel y la naturaleza del apoyo que reciben los profesores para atender al aula inclusiva es un factor determinante en sus actitudes y percepciones sobre la inclusión. Se observa una gran diferencia entre las percepciones y necesidades los profesores de los centros educativos inclusivos, que no tienen acceso, por su localización y por cuestiones logísticas, a profesionales experimentados de centros de referencia como el A y el D, tanto en lo que se refiere a recursos, como en estrategias de aula y en el conocimiento de las características del alumnado Sordo a la hora de enseñar ciencias. A la vista de estos resultados, parece urgente atender a las necesidades y falta de recursos personales y materiales de los profesionales de estos centros, bien desde la Administración, desde los planes de formación en Didáctica de las Ciencias o desde las entidades relacionadas con las Personas Sordas.

Aunque, debido a los impedimentos señalados en el apartado de metodología, el número de profesores participantes en este estudio no es muy elevado, si pensamos en términos estadísticos, el pequeño número de profesores con alumnado Sordo en sus aulas hace más significativo este estudio.

5.7. PARTE B: Percepciones y necesidades de los intérpretes educativos acerca de la interpretación en las aulas de Ciencias

Para que muchos estudiantes Sordos puedan acceder al currículo, se necesitan los servicios de un intérprete educativo, pero, incluso con intérpretes calificados y con experiencia, el pleno acceso a los contenidos y a la vida social en un aula con oyentes supone un reto para los alumnos Sordos y puede afectar al desarrollo de su etapa educativa.

Según Marshack, Pelz, Convertino, Sapere, Arndt, y Seewagen (2005) y Shick, et al. (2006), las habilidades y conocimientos del intérprete educativo son un aspecto crítico en este proceso por lo que hemos considerado pertinente conocer sus necesidades y percepciones para aproximarnos a su percepción del funcionamiento real de la interpretación en el aula de ciencias.

Con ese fin, diseñamos un Cuestionario Personal para Intérpretes (CPI) que enviamos por mail a una selección de profesionales de la interpretación que están desarrollando su labor en el aula de ciencias en Primaria y Secundaria.

Posteriormente y para complementar las respuestas del cuestionario y profundizar en algún tema que consideramos relevante, llevamos a cabo una entrevista personal con cinco de las intérpretes que participaron en las experiencias de aula y con una intérprete muy experimentada que, aunque durante el curso 2014/2015 no prestaba sus servicios en un aula de ciencias sí lo había hecho en multitud de ocasiones.

En los apartados siguientes hacemos referencia a los siguientes aspectos: contexto, criterios de selección de los participantes, participantes, procedimiento de validación y toma de datos, herramientas de análisis, resultados y discusión de los resultados obtenidos del estudio llevado a cabo para responder a las preguntas 2 y 3 de esta investigación, las percepciones y las necesidades de los intérpretes educativos en el aula de ciencias.

5.7.1. Contexto

La función del intérprete educativo, tal y como comentamos en el Capítulo 3 de esta Tesis, es la de actuar como un recurso inclusivo, de tal manera que todos los miembros de la comunidad escolar (docentes, alumnado y personal no docente) puedan establecer relaciones e intercambios comunicativos completos con el alumnado con deficiencia auditiva.

Su formación se circunscribe a la Formación Profesional, a través de un Ciclo Formativo de grado superior denominado hasta el curso 2014/2015 Técnico Superior en Interpretación de la Lengua de Signos (Real Decreto 1538/2006), con un total de dos mil horas de docencia distribuidas en diferentes asignaturas: lengua de signos, expresión corporal, técnicas de interpretación, ámbitos de interpretación, y otras disciplinas.

Durante el curso 2014/2015, la Consellería de Educación contaba con la presencia de 34 intérpretes educativos, distribuidos en 11 centros de la provincia de A Coruña, 7 centros en Lugo, 6 en Ourense y 10 en Pontevedra.

Respecto a los niveles educativos donde ejercían su labor, la Tabla 5-6 resume los datos obtenidos.

Tabla 5-6: Distribución y nivel educativo de los intérpretes educativos en Galicia en el curso 2014/2015

	Primaria	ESO	FP	Bachillerato	Otros (Educación de Adultos y *CEE)
A Coruña	3	5	2		1
Lugo	2	1	2	1	1
Ourense	2	1	2		1
Pontevedra	3		3		*1

Los datos que se presentan en la Tabla 5-6 indican que la mayoría de los alumnos Sordos que necesitan un intérprete están escolarizados en Primaria. No conocemos con exactitud el número de alumnos Sordos profundos en bachillerato, pero si lo relacionamos con el número de intérpretes en esta etapa, parece que solo un alumno Sordo profundo estuvo escolarizado en el curso 2014/2015, lo que explicaría el bajo porcentaje de estudiantes universitarios Sordos y nos hace reflexionar sobre la urgencia de diseñar metodologías que ayuden a paliar tales cifras de fracaso escolar.

Todos los intérpretes de ESO, Formación Profesional y Enseñanza de Adultos tiene asignado un centro y un alumno. Sin embargo, en Primaria la situación es distinta. Así en la provincia de Pontevedra tres intérpretes apoyan a seis alumnos. En un centro en la provincia de Ourense un intérprete tiene asignado dos centros.

El horario laboral del intérprete se corresponde con el del alumno Sordo y habitualmente permanece en el centro el resto de horas para preparar las sesiones del día siguiente. El contrato laboral es de 37 horas y media a la semana, pero las sesiones de interpretación en el aula no deben exceder las 25 horas. En este sentido, cada intérprete pacta con el centro o con el alumno/a, qué sesiones se interpretan (normalmente aquellas en las que tiene mayor dificultad).

5.7.2. Criterios de selección de los participantes

La selección de los intérpretes se explicó en el Capítulo 4 de esta Tesis y se basaba en su experiencia como intérprete educativo (más de cuatro años), que llevasen más de un año trabajando con el mismo estudiante Sordo en Primaria, Secundaria o FP y que estuviesen interpretando o hubiesen interpretado en aulas de ciencias.

En base a estos criterios, seleccionamos seis intérpretes educativos, tres que trabajaban en Primaria y tres en Secundaria.

5.7.3. Participantes

Como muestran los resultados de la Tabla 5-7, participaron seis intérpretes educativas de las cuatro provincias gallegas. Todas son mujeres y los nombres con los que se citan no se corresponden con los reales.

La media de experiencia como intérpretes es de 8,58 años y todas las participantes habían ejercido previamente la interpretación en distintos niveles educativos. Dos de ellas también en el ámbito universitario.

Además de su titulación en Técnico superior en Lengua de Signos Española, la mayoría de las intérpretes seleccionadas poseen otras titulaciones relacionadas con la educación, como magisterio, psicopedagogía o logopedia. Una de ellas es licenciada en filología hispánica.

Tres de ellas son intérpretes en Infantil y Primaria, una en la ESO y una en Bachillerato.

Tabla 5-7: Perfil de las intérpretes participantes en el estudio

Intérprete	Experiencia	Titulación	Centro	Nivel educativo
Rafaela	5 años	Técnico Superior en LSE. Psicopedagoga.	C	ESO
Iria	12 años	Técnico Superior en LSE.	D	Infantil y Primaria.
Ana	13,5 años	Técnico Superior en LSE. Magisterio.	D	Infantil y Primaria.
Isabel	9 años	Técnico Superior en LSE. Logopeda.	D	Primaria.
Fanny	7 años	Técnico Superior en LSE. Licenciada en Filología Hispánica y Técnico Superior de LSE.	----	Bachillerato.
Guiomar	5 años	Técnico Superior en LSE.	----	Primaria.

5.7.4. Toma de datos

Para obtener los datos diseñamos un Cuestionario Personal para Intérpretes (CPI) y una entrevista semi-estructurada que nos ayudase a profundizar en las respuestas del cuestionario y llevar a cabo la triangulación de datos de ambas fuentes.

El diseño del cuestionario siguió las mismas fases que las descritas para el Cuestionario Personal de Profesores.

El cuestionario (Anexo 3), consta de 16 preguntas las tres primeras sobre la función del intérprete en el aula inclusiva, sobre su formación y experiencia como intérprete educativo.

La cuarta pregunta les invita a que expliquen cómo es el día a día de su labor y en la quinta el objetivo era conocer con qué recursos cuentan habitualmente.

Las preguntas seis y siete del cuestionario están relacionadas con la dificultad inherente a cada área del saber, específicamente a la hora de utilizar signos técnicos que pueden resultar extraños y de difícil comprensión para los alumnos Sordos o aquellos para los que no existe un

signo normalizado todavía, al ser la LSE una lengua que está en un proceso de análisis, crecimiento y estandarización.

Con la intención de profundizar en las dificultades que se pueden encontrar cuando interpretan signos científicos, introducimos en el CPI las preguntas ocho, nueve y, una décima sobre las dificultades que encuentran a la hora de signar las prácticas de laboratorio ya que en ese momento la atención de o la estudiante Sordo se encuentra dividida entre las explicaciones del profesor y la del intérprete.

Como uno de los objetivos de esta tesis es conocer los patrones discursivos de los estudiantes Sordos cuando discuten en grupo sobre la transformación de la materia, las preguntas once y doce aludían a su labor cuando participaban como intérpretes de un estudiante Sordo en una discusión y qué estrategias utilizaban para conseguir la plena participación de los alumnos Sordos en dichos debates.

Las cuatro últimas preguntas, versaban sobre los aspectos que consideraban relevantes para mejorar y facilitar su interpretación en las clases de ciencias, sus necesidades formativas tanto en especialización en áreas como en la interpretación en situaciones particulares del aula como pueden ser talleres, visitas a muesos científicos y otros. También se les preguntó su opinión sobre el proceso de normalización de la LSE.

Las entrevistas se realizaron en un formato semi-estructurado para profundizar en las respuestas de los cuestionarios.

5.7.5. Procedimiento de validación y toma de datos

Para poder acceder a la lista de intérpretes educativos contratados por la Consellería de Educación en el curso 2014-2015, nos pusimos en contacto con la intérprete del centro C participante en las experiencias de aula y en la realización del material multimedia. Gracias a su generosa colaboración pudimos seleccionar entre los intérpretes educativos en activo aquellos cuyas características se ajustaban a los criterios de selección predefinidos.

Antes de enviar el cuestionario y una vez diseñado, lo sometimos a la evaluación de dos de las intérpretes, Rafaela y Fanny. Su juicio nos parece muy importante ya que tanto Rafaela

como Fanny son dos de las intérpretes educativas con más experiencia en Galicia y conocen en detalle las necesidades de formación de los intérpretes porque han impartido clases a alumnos del ciclo de interpretación.

Tras su evaluación cambiamos el enfoque de las preguntas dirigidas a la normalización de signos, puesto que los conocimientos de la investigadora, que también es intérprete, estaban desactualizados al llevar un largo período de tiempo sin interpretar.

Una vez reformado el CPI contactamos con las intérpretes seleccionadas vía mail, explicándoles la intención de la investigación y la importancia de sus aportaciones para el estudio. Se les informó de la voluntariedad de la participación y de que se conservaría el anonimato.

Una vez enviados los cuestionarios, organizamos en una tabla las respuestas para contrastarlas y elaboramos un pequeño resumen de las respuestas en los bloques que mostramos en el apartado de resultados.

Catalogadas y contrastadas las respuestas, llevamos a cabo seis entrevistas personales para comentar algunos de los aspectos relacionados con sus respuestas a los cuestionarios para comprobar su validez, cuando aparecía algún dato que nos parecía que no se correspondía con las respuestas y para profundizar en la comprensión de alguna de sus respuestas.

Los datos de las entrevistas se recogieron en un cuaderno de notas y con ellos efectuamos un proceso de triangulación de datos similar al realizado en el caso del Cuestionario General a Profesores y la Entrevista a Profesores.

5.7.6. Herramientas de análisis

Como en el caso de los profesores, hemos utilizado como herramienta de análisis la triangulación de datos a partir del cuestionario y las entrevistas personales.

Seguimos un procedimiento análogo al utilizado en el análisis del cuestionario personal y entrevista a los profesores.

1. Resumimos inicialmente las respuestas.

2. Adjudicamos un nombre falso que respetaba el sexo del entrevistado y codificamos las respuestas de los intérpretes con un código que indicaba la inicial del nombre y la etapa educativa en la que daba clase (ver Tabla 5-8). Solo incorporamos la inicial con la que se identifica el centro educativo si se corresponde con los centros que participaron en la experiencia (por ej., Rafaela Educación Secundaria Centro C: RSC).
3. Registramos los puntos principales del cuestionario y la entrevista en una matriz para cruzar y validar los datos.
4. Triangulación de datos.

Tabla 5-8: Codificación de los participantes en el Cuestionario Personal a Profesores y en las Entrevistas Personales

Intérprete	Rafaela	Fanny	Iria	Ana	Isabel	Guiomar
Código	RSC	FB	IPD	APD	IPD	GP

La Tabla 5-9 muestra la matriz utilizada para comparar los resultados de las dos fuentes de datos. En el caso de que los resultados procedentes de ambas fuentes no se complementasen se indicaba con un símbolo diferente.

Tabla 5-9: Matriz de comparación entre los datos obtenidos en el Cuestionario Personal a Intérpretes (CPI) y la Entrevista a Intérpretes (EI)

Categoría	CPI	EI	Intérprete
Estrategias utilizadas para superar las dificultades comunicativas en el aula de ciencias.	☑		
Estrategias utilizadas para superar las dificultades comunicativas en el laboratorio	☑		
Recursos con los que cuenta el o la intérpretes para el aula de ciencias.	☑		
Necesidades de formación inicial y continua	☑		

En esta ocasión, los datos del CPI y de la EI coincidían por lo que no tuvimos que desarrollar reuniones aclaratorias.

5.7.7. Resultados

Para facilitar la lectura de los resultados los hemos dividido en 5 bloques relacionados con las categorías de las preguntas.

5.7.7.1 Formación y experiencia como intérpretes

Aunque la formación necesaria para ejercer la labor de intérprete educativo es la del Ciclo Superior de Interpretación de LSE, según González (2015), el 90% de los entrevistados poseen titulaciones universitarias

La experiencia media de las y los encuestados es de 8,58 años y la mayoría han ejercido como intérpretes en distintos niveles educativos, desde Infantil hasta la Universidad.

Durante el período objeto de la investigación, tres de las intérpretes desarrollaban su labor conjuntamente en un centro con seis alumnos/as en Primaria y el resto se dedicaban en exclusiva a un alumno/a. Dos de ellas habían acompañado a ese mismo alumno durante toda la etapa de ESO.

Respecto a su labor en el día a día del aula nos comentan la necesidad, sobre todo en los niveles educativos superiores a Primaria, de preparar los contenidos previamente y buscar aquellos signos y recursos más adecuados para que la interpretación sea más correcta y precisa.

Todas señalan que la colaboración con los docentes es fundamental ya que no solo les resuelven las dudas que se les puedan plantear, sino que además les informan sobre aspectos metodológicos y actividades que se desarrollarán en el aula. De esta manera, pueden anticipar algunas situaciones, por ejemplo, dónde colocar al intérprete durante un debate, ver un documental que se vaya a proyectar en el aula, una práctica de laboratorio, etc.

También indican que muchas veces los profesores no conocen sus funciones y delegan en ellos responsabilidades que están fuera de sus competencias como dar explicaciones de refuerzo a los alumnos Sordos o hablar con las familias sobre cuestiones de aula. En este sentido, parece recomendable que la Administración Educativa informe a los profesores de la función y responsabilidades de los intérpretes educativos.

5.7.7.2. Estrategias utilizadas para superar las dificultades comunicativas en el aula de ciencias

Por unanimidad, las intérpretes indican que las asignaturas de ciencias y tecnologías, les ofrecen una mayor dificultad a la hora de interpretar, sobre todo en la ESO y Bachillerato, por la elevada cantidad de neologismos en LSE que tiene que utilizar y por el nivel de abstracción inherente a determinados conceptos científicos, sobre todo en Química, Biología e Informática.

Como comenta Fanny *"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. Sin embargo, al estar familiarizada con las asignaturas de letras (soy filóloga), para mí es mucho más sencilla la interpretación, siento mucho más control sobre mi trabajo"*.

Guiomar añade: *"La parte de Química se hace complicada porque, a veces, los conceptos se perciben como abstractos. Son términos que no son perceptibles y por eso cuesta más razonarlos. En el ámbito de la Biología pasa un poco lo mismo, los procesos de absorción de nutrientes en el aparato digestivo, el intercambio de sustancias de las células por la sangre, etc."*

Es de destacar el esfuerzo complementario que les supone la interpretación de lenguas extranjeras, que como comenta Rafaela: *"En mi caso, la asignatura de inglés me supone un esfuerzo extra, dado que tengo que realizar una doble interpretación: escucho a la profesora en inglés, traduzco mentalmente a castellano, de castellano a lengua de signos, pero*

manteniendo la vocalización en inglés. Cuando la alumna interviene durante la clase el proceso se invierte: interpreto de lengua de signos a castellano mentalmente y de castellano a inglés oral. El nivel de concentración debe ser máximo para no cometer errores y el desgaste mental es superior que en el resto de asignaturas. No obstante, todas estas dificultades suponen un reto que me motiva y que me ayuda a mejorar profesionalmente día a día".

Destacan que, a la hora de interpretar conceptos científicos en los que la intérprete tiene lagunas de información, el trabajo en equipo con el docente es imprescindible, para una correcta y fluida interpretación.

Como la LSE es una lengua que se encuentra en un proceso de análisis, crecimiento y estandarización, señalan que es frecuente que, durante la interpretación, las y los intérpretes se encuentren con la falta de signos concretos y que dichos signos han ido cambiando a lo largo de su vida profesional, tal y como ocurría en el estudio de Mishra (2004) en la India. No obstante, indican que la LSE cuenta, como cualquier lengua, con una serie de recursos expresivos que les permiten sacar adelante la interpretación, como comenta Rafaela,

"*Docente e intérprete acuerdan cual es la mejor manera de interpretar un concepto que no tiene signo, el maestro matiza el significado y el intérprete propone un signo al alumno/a o viceversa."*

Entre las distintas estrategias que utilizan para interpretar neologismos, citamos en orden secuencial:

a. Deletreo dactilológico del signo, una vez lo haya explicado el profesor para evitar introducir concepciones alternativas.
b. Recurrir a las imágenes, dibujos y esquemas de los libros de texto para consolidar la comprensión.
c. Empleo de otros signos que pueda ayudar en la comprensión del neologismo.
d. Utilización de perífrasis (pequeña explicación del concepto).
e. Pactar el signo con el alumno/a. En ocasiones simplemente utilizando la inicial del concepto en español dactilológico, en otras se acuerda un signo con una raíz icónica, pero siempre aclarando que no es el signo estandarizado y en los niveles superiores con alumnado Sordo competente en LSE es el propio alumno el que aporta el signo.

Respecto a las situaciones comunicativas en el aula, las discusiones entre estudiantes suponen un reto interpretativo que necesita de varias pautas previas a la discusión:

- Desde el inicio del curso se asigna a cada compañero/a un signo que lo identifica.
- Se incide en el respeto del turno de palabra.
- Se marca claramente quien está interviniendo en cada momento.
- Se hace un resumen de las aportaciones.
- Se realiza una interpretación diferida (realizada después de que el interlocutor hable, no al mismo tiempo).

Aunque la plena participación en la discusión depende del o de la estudiante y del profesor/a, a veces las intérpretes tienen que asumir el papel de moderación en cuanto al respeto de los turnos para hacer efectiva la interpretación.

Rafaela expone: *"La función del intérprete se limita única y exclusivamente a ser un mediador comunicativo, y por tanto no entra entre sus cometidos fomentar su participación en una determinada actividad (el intérprete no participa en el proceso de enseñanza, no anima al alumno/a, no le corrige, no le asesora ni le orienta). Ese objetivo compete al docente que deberá buscar los recursos necesarios para que el alumno/a participe. El intérprete está a disposición de ambos, dentro y fuera del aula, pero su función se reduce a la mediación comunicativa*."

Estas estrategias coinciden con las propuestas por Grooms (2015) en su estudio en EEUU sobre las percepciones de profesionales de ciencia Sordos sobre las competencias necesarias en un intérprete para realizar una buena labor de interpretación.

5.7.7.3. Estrategias utilizadas para superar las dificultades comunicativas en el laboratorio

La práctica de laboratorio no supone dificultades interpretativas para ninguna de las encuestadas. Todas 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 solo 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.

5.7.7.4. Recursos con los que cuenta el intérprete en el aula de ciencias

Los recursos con los que cuenta un o una intérprete para interpretar las clases de ciencias, además de la colaboración docente son:

- Libros de texto y materiales que utiliza el profesor/a en el aula.
- Glosarios de léxico técnico (CNSE, 2003).
- Diccionarios de LSE.
- Recursos en la red: Vídeos sobre algún contenido concreto, webs con recursos, etc.
- Diccionarios on-line: Spreadthesign, Semantos, etc.

En nuestro estudio, algunas intérpretes subrayan la falta de signos técnicos y científicos, así como la dificultad de uso de algunos de los signos estandarizados, corroborando la idea anteriormente expuesta de la necesidad de un trabajo en equipo de intérpretes, educadores y profesionales de distintos ámbitos académicos en el desarrollo y estandarización de los neologismos científicos y en concordancia con los estudios sobre la normalización de signos científicos desarrollados por Lang, (2002) y Marshack et al, (2004).

En esta línea, en las entrevistas personales nos comentan que actualmente, el Centro de Normalización Lingüística de la Lengua de Signos Española (CNILSE), está llevando a cabo una labor de investigación, análisis, estudio, estandarización y promoción de la LSE. Desde allí elaboran materiales y promueven el uso adecuado de la LSE en los diferentes ámbitos.

5.7.7.5. Necesidades de formación inicial y continua

Una percepción a destacar entre las respuestas al cuestionario y la posterior aclaración en la entrevista personal es que consideran que la formación inicial resulta insuficiente para la labor profesional que desempeñan, y que ésta debería incluirse en el ámbito universitario.

Rafaela, como tutora experimentada de alumnos/as en prácticas del Ciclo Superior de Interpretación de LSE comenta: "*Yo llevo cinco años tutorizando a alumnos/as en prácticas del ciclo superior en interpretación de Lengua de Signos, y observo que entre las principales carencias se encuentra la falta de conocimientos lingüísticos: no solo de vocabulario sino de recursos expresivos de la LS a todos los niveles. La crítica no va dirigida a la calidad de la formación en este ciclo, sino al escaso número de horas del mismo. La formación de intérpretes debería incluirse en el ámbito universitario, dado que se trata del aprendizaje de una lengua nueva, una lengua con características muy diferentes a las de las lenguas orales.*"

Respecto a la formación continua, unánimemente, las intérpretes aluden a la necesidad de formación específica por áreas temáticas, para mejorar la calidad interpretativa, sobre todo en niveles educativos donde la dificultad de los conceptos científicos se incrementa, aunque son conscientes de las dificultades logísticas de una interpretación especializada a la hora de atender a los centros educativos. También sugieren la realización de cursos de reciclaje y especialización en la formación permanente del intérprete educativo.

En resumen, el análisis de los datos obtenidos en el Cuestionario Personal a Intérpretes y las posteriores entrevistas personales, se corresponden con las descritas en investigaciones previas.

Parece necesaria y urgente la normalización de los signos científicos como un trabajo conjunto entre docentes, intérpretes investigadores, entidades de Sordos y lingüistas.

Su percepción sobre su labor de interpretación en las aulas como tarea conjunta con el profesor, parece indicar que es necesario informar desde la Administración Educativa cuáles son las funciones de un intérprete para no delegar en ellos responsabilidades que no les corresponden y para que faciliten el proceso de interpretación.

Sus apreciaciones sobre la función del profesor coinciden con las expuestas en el marco teórico como son tener en cuenta la primacía del canal visual para los alumnos Sordos, mantenerlo al tanto de los contenidos, los propósitos y la dinámica que va a emplear y ubicarse siempre de modo que no interfiera con el contacto visual entre los alumnos Sordos y el intérprete y facilitar la participación de los estudiantes dejando más tiempo para la emisión y recepción de mensajes.

Respecto a las necesidades de formación, sus sugerencias coinciden con las descritas por Powell et al. (2013) en Nueva Zelanda, a partir de un estudio de caso con dos intérpretes, en el que lamentaban la falta de especialización del intérprete educativo por áreas de conocimiento y la no existencia de títulos de postgrado dentro de la profesión, así como el sentimiento de que, en muchas ocasiones, los profesores relegan en ellos parte de su tarea educativa o no acomodan su discurso a las necesidades del intérprete.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

Capítulo 6. MODELOS UTILIZADOS POR LOS ALUMNOS SORDOS PARA INTERPRETAR CUESTIONES RELACIONADAS CON LA TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA Y LA PROGRESIÓN DE ESTOS MODELOS

6.1. Introducción

En este capítulo se describe un estudio de casos múltiples, para intentar responder a las preguntas de investigación en tres contextos diferentes: un centro piloto que en el momento de la investigación desarrollaba una experiencia de agrupamiento escolar de alumnos Sordos (EC1), tres centros de Primaria (EC2), uno de ellos Centro de Educación Especial para alumnado con discapacidad auditiva, otro centro de Primaria en Escolarización Combinada con un centro A, y un centro plurilingüe con integración curricular de LSE. Por último, un centro de Secundaria donde los alumnos Sordos están en inclusión educativa (EC3).

Para conocer los modelos que utilizan para explicar la naturaleza de la materia en cada uno de sus estados de agregación, hemos incluido los cambios de estado del agua como una de los fenómenos a explicar. Para conocer sus explicaciones sobre las propiedades químicas y el cambio químico hemos utilizado dos experiencias del Proyecto AcAb (Garcia-Rodeja et al., 1987): combustión de una vela y descomposición térmica del azúcar.

Para indagar sobre su comprensión de la conservación de la materia nos hemos basado en la investigación de Helldén (1995), a partir de la descomposición de un organismo en el bosque.

En este capítulo, comenzamos con una introducción general, revisamos las investigaciones sobre los modelos que utilizan los estudiantes para explicar la naturaleza de la materia y sus transformaciones (cambios físicos y cambios químicos), así como los niveles de progresión del

aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones. A continuación, se exponen los objetivos y preguntas de investigación específicas para este apartado, se describe la metodología y se discuten los resultados obtenidos.

6.2. Marco Teórico

La comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia y sus transformaciones ha sido y sigue siendo objeto de un amplio campo de investigación didáctica.

Las primeras investigaciones estaban dirigidas a conocer las ideas de las y los alumnos sobre la materia y sus transformaciones (Anderson, 1980; Driver et al., 1989; Kircher, 1981; Novick, 1978; Osborne y Cosgrove, 1983; Stavy y Stachel, 1985). Los estudios se enfocaban en conocer cómo conceptualizan la materia los estudiantes, en qué medida los alumnos utilizan estos conceptos para explicar fenómenos cotidianos o cómo desarrollan su comprensión de la materia a lo largo del tiempo.

Para categorizar las investigaciones sobre la comprensión de los estudiantes de la materia y sus transformaciones, Andersson (1990) y posteriormente Liu y Lesniak (2006), sugieren cuatro categorías:

Estructura y composición.

Propiedades físicas y cambios.

Propiedades químicas y cambios.

Conservación de la materia.

Andersson (1990), en una revisión de la bibliografía sobre las ideas de los estudiantes sobre la materia y sus transformaciones, concluyó que la mayoría de los estudios realizados hasta aquel momento, se dirigían únicamente a la identificación y descripción de las ideas alternativas de los estudiantes acerca de alguno de los aspectos mencionados, pero que se necesitaban estudios sobre la comprensión de la materia que integren los diferentes aspectos.

Posteriormente, otros estudios (por ejemplo, Ahtee y Varjola, 1998; BouJaoude, 1991; Gabel, 1993; Johnson, 1998; Stavy, 1991; Treagust et al., 2010 y Watson y Dillon, 1996) proporcionaron más detalles sobre la comprensión de los estudiantes sobre los aspectos mencionados por Andersson (1990). Se investigó la comprensión de los estudiantes sobre las propiedades físicas de la materia, los cambios físicos y la conservación de la materia (por ejemplo Bar y Galili, 1994; Bar y Travis, 1991; Gómez, Pozo, y Sanz, 1995; Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer, y Blakeslee, 1993; Tytler, 2000; Watson, Prieto, y Dillon, 1997) o de las reacciones químicas (por ejemplo Ahtee y Varjola, 1998; Boo y Watson, 2001; BouJaoude, 1991; Hesse y Andersson, 1992).

Una conclusión general de estos trabajos es que los estudiantes desarrollan su comprensión, dentro de las diferentes categorías, desde una visión macroscópica hacia un punto de vista microscópico y todos resaltan la persistencia de ideas alternativas sobre la materia y sus transformaciones que utilizan los estudiantes para explicar fenómenos que acontecen en su vida diaria, aun cuando conozcan el modelo científico.

Para explicar la persistencia de algunas ideas alternativas, se han conjeturado una serie de modelos sobre la modificación de las estructuras cognitivas y modelos de procesamiento de la información. Para Carey (1985, 1991) los niños construyen un conjunto limitado de las teorías básicas: una teoría del movimiento, una teoría de la materia y una teoría biológica. El cambo conceptual implica cambios en teorías de cada dominio específico. Otros, como Vosniadou (1994) hablan de teorías marco y modelos mentales y algunos, como Chi y Slotta (1993) intentan hacer una definición más precisa del cambio conceptual basado en categorías ontológicas.

Sin embargo, muchas investigaciones, consideran que las estructuras cognitivas son lo suficientemente complejas como para no adaptarse a una serie de estructuras jerárquicas que parecen permitir una cierta previsibilidad del cambio conceptual, sino que el conocimiento es más parecido a una colección de ideas vagamente conectadas y, dependiendo del contexto, los niños usan unas ideas u otras (Bloom, 1992; Caravita y Hallden, 1994; diSessa, 1993; Tytler, 1998a,1998b; White 1994). Si consideramos que las ideas de los niños están estructuradas, podríamos decir que los alumnos utilizan unos modelos u otros dependiendo del contexto o de la situación.

Por otra parte, Tytler (1994b) destaca que en la elaboración de esos modelos y en la progresión de la comprensión conceptual de los niños, hay que considerar algunos factores críticos como el desarrollo del lenguaje y otros autores como Duschl y Gitomer (1991) o Driver et al. (1996), consideran otros factores como pueden ser los cambios epistemológicos.

Dado que el acceso a la información y al lenguaje de los estudiantes Sordos es diferente al de los alumnos oyentes y apoyándonos en las afirmaciones anteriores, es posible pensar que los modelos mentales de los estudiantes Sordos puedan ser diferentes al del alumnado oyente. Este es uno de los objetivos de este estudio, conocer la naturaleza de los modelos mentales que utiliza este colectivo de alumnos a la hora de explicar la materia y sus transformaciones.

También nos interesa conocer la progresión en el aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones y compararlos con los que resultados de las investigaciones con alumnado oyente, con el fin de que puedan proporcionar información útil a la hora de proponer una secuenciación adecuada de los contenidos en los programas escolares (Driver et al. 1994).

6.2.1. Progresión de la comprensión de la materia y sus transformaciones

Krnel, Watson y Glazar (1998) llevaron a cabo una revisión de la literatura sobre la progresión de la comprensión de los estudiantes acerca de la naturaleza particulada de la materia. En base a esta revisión, Krnel, Glazar y Watson (2003) y Krnel, Watson y Glazar (2005) realizaron un estudio transversal de 84 estudiantes de entre 3 y 13 años en la que concluyeron que, una vez que los niños aceptan que la materia está hecha de partículas, van profundizando en el conocimiento sobre las propiedades de estas partículas y cómo estas propiedades se relacionan con las propiedades de la materia.

Liu y Lesniak (2005) señalan que el análisis de los numerosos estudios sobre la comprensión de la materia de los estudiantes, y cómo utilizan dicha comprensión para explicar fenómenos cotidianos, complementado con los estudios sobre el desarrollo de sus concepciones a través de los años, puede ayudar a identificar y establecer patrones de cómo progresan los estudiantes y, a partir de ellos, establecer secuencias o rutas de progresión en el aprendizaje.

Con este objetivo, Liu y Lesniack (2005, 2006) realizaron una investigación longitudinal basada en los resultados de las pruebas TIMSS en EEUU, desde Educación Infantil hasta Bachillerato. En su trabajo tratan de identificar niveles en la progresión del aprendizaje referidos a: estructura y composición de la materia, propiedades físicas y cambio físico, propiedades químicas y cambio químico y conservación de la materia. El análisis de los resultados de sus investigaciones señalan que la comprensión de la materia se desarrolla inicialmente a partir de la comprensión de las propiedades físicas y de la conservación de la materia, seguida de la comprensión de las propiedades químicas, y finalmente, deriva hacia la comprensión de la estructura y composición de la materia (ver Figura 6-1).

Concluyen que el desarrollo de conceptos no es una progresión lineal simple, sino que requiere de la coordinación de ideas sobre las categorías o aspectos sugeridos por Andersson (1990), para permitir a los estudiantes hacer conexiones entre las ideas y desarrollar varios modelos para representar, explicar, y finalmente predecir, cambios que involucran a la materia

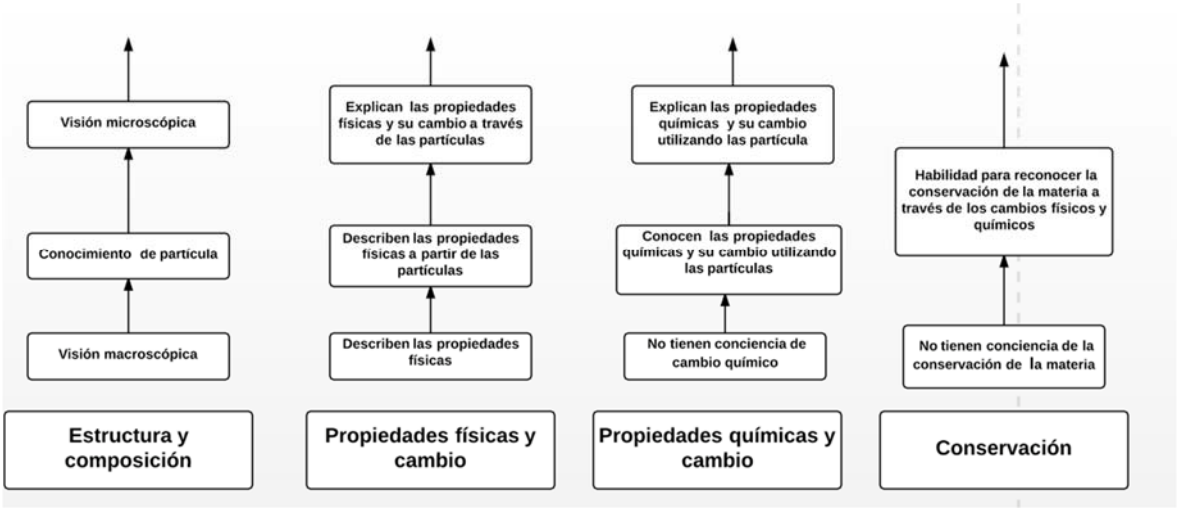


Figura 6-1: Patrones de la progresión de la comprensión de los estudiantes sobre cuatro aspectos de la materia. Adaptada de Liu y Lesniak, (2006)

A partir de los resultados obtenidos, diseñaron una secuencia de aprendizaje basada, por una parte, en los resultados de la investigación y, por la otra, en los avances en psicología de desarrollo cognitivo adaptada al sistema educativo americano. En la Figura 6-2 se representa la progresión de la materia y sus transformaciones adaptada al sistema educativo español.

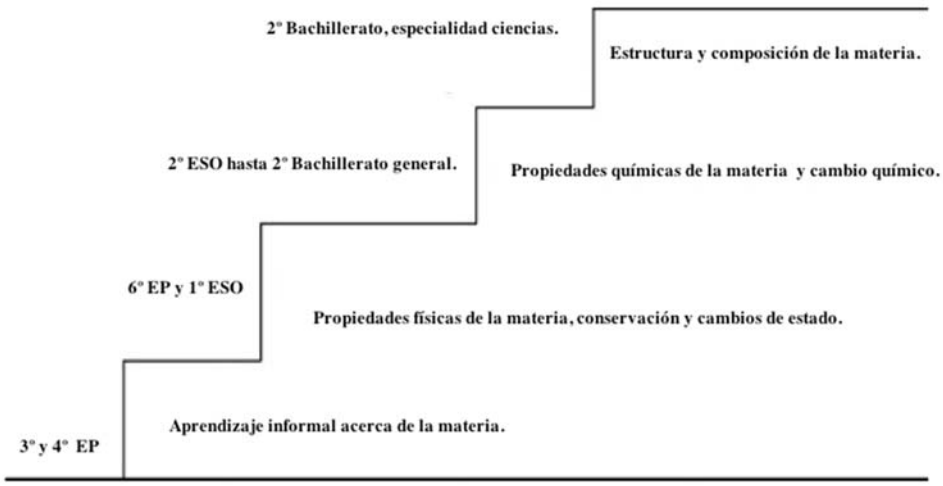


Figura 6-2: Progresión en la comprensión de la materia y sus transformaciones en el contexto educativo. Adaptada al sistema educativo español a partir de Liu y Lesniak, (2005, 2006)

Extrapolando los resultados del estudio de Liu y Lesniak (2005, 2006) al sistema educativo español, podríamos indicar que al finalizar Primaria y en el primer curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), los estudiantes podrían haber adquirido un aprendizaje informal de la materia; podrían entender las propiedades físicas y los cambios de estado, pero tendrían dificultades para entender las propiedades químicas y el cambio químico.

En 2º de ESO podrían entender las propiedades químicas y el cambio químico, pero tendrían dificultades para utilizar el modelo de partícula para explicar el cambio químico. En 3º y 4º de ESO, el estudio sugiere que los estudiantes que cursen la especialidad de ciencias podrían ser ya capaces de entender los modelos cinéticos y atómicos de los cambios químicos y físicos; pero se pone en duda que puedan entender las teorías acerca de la vinculación entre ellos. Se requiere llegar al curso equivalente a 2º de Bachillerato con especialidad en ciencias para desarrollar una comprensión de la estructura y composición de la materia más sofisticada. Explicar la materia y sus cambios, utilizando además la teoría de enlaces, representa el nivel más alto de desarrollo de conceptos y se logra en los niveles de química universitaria.

En el contexto educativo español Benarroch (2000) propone una secuencia de transición curricular desde Educación Primaria a Secundaria. Inicialmente un Nivel I experimental que no utiliza el concepto de partícula, a continuación, el Nivel II que se corresponde con el modelo

cinético-corpuscular y, por último el Nivel III donde se introduce el modelo atómico-corpuscular, tal y como se muestra en la Tabla 6-1. Si se quiere distinguir entre las sustancias puras, las simples y las compuestas o interpretar las leyes de las reacciones químicas, se requiere de un modelo de materia con mayor campo de validez, como el modelo atómico de Dalton (Bullejos y otros, 1995).

Tabla 6-1: Propuesta de diseño curricular Benarroch (2000), desde Educación Primaria a ESO

	Mezcla	Sustancia pura	Cambio físico	Cambio químico
NIVEL 1 Empírico	Propiedades características dependientes de las porciones elegidas.	Propiedades características constantes.	Conservación de las sustancias puras.	Desaparición y aparición de sustancias puras diferentes.
NIVEL 2 Modelo cinético-corpuscular	Material formado por dos o más tipos de partículas.	Material formado por un solo tipo de partículas.	Conservación de las partículas.	Desaparición y aparición de partículas diferentes.
NIVEL 3 Modelo atómico-molecular de Dalton	Material formado por dos o más tipos de moléculas.	Material formado por un solo tipo de moléculas.	Conservación de las moléculas.	Desaparición y aparición de moléculas diferentes.

Para analizar la progresión del aprendizaje de los Benarroch (2001), señala que, a la hora de categorizar los esquemas explicativos de los estudiantes, hay que diferenciar entre esquemas específicos que dependen del contenido de los esquemas operatorios que están ligados al desarrollo cognoscitivo de los estudiantes. Por ello, recomienda a los investigadores utilizar las respuestas más significativas para construir una serie de esquemas específicos y encajarlos adecuadamente a partir del análisis de otras respuestas que reflejan la evolución cognoscitiva de los alumnos (esquemas operatorios).

Más adelante y, con el fin de revisar las investigaciones sobre la progresión de aprendizajes de la materia y sus transformaciones en el período 2005-2012, Hadenfeldt y Neumann (2014) realizaron un análisis de las investigaciones que aparecían en las publicaciones de cinco revistas de investigación relevantes de Didáctica de las Ciencias. Los autores señalan que, mientras los

primeros trabajos se centraban en analizar las ideas de los estudiantes, en la última década se han centrado más en analizar aspectos de la progresión en el aprendizaje.

Respecto a las investigaciones sobre estrategias que favorecen la comprensión sobre las transformaciones de la materia Löfgren y Helldén (2009) realizaron un estudio longitudinal de diez años (1997-2006) en el que entrevistaban una o dos veces al año a un grupo de alumnos a lo largo de la enseñanza obligatoria (de los 7 a los 16 años), para conocer la progresión de la comprensión de tres situaciones cotidianas en las que se producen las transformaciones de la materia: descomposición de una hoja, combustión de una vela y evaporación del agua contenida en un bote. El estudio, concentra su interés, no tanto en la profundidad, o "corrección" de la comprensión de los estudiantes de los conceptos científicos abstractos relativos a la materia y sus transformaciones, sino en conocer la capacidad de los estudiantes para utilizar estos conceptos en un contexto cotidiano. La conclusión general del trabajo de Löfgren y Helldén (2009) es que la mayoría de los estudiantes no utilizan los modelos aprendidos en la escuela para explicar situaciones cotidianas. Los autores animan a desarrollar futuras investigaciones sobre cómo utilizar esta capacidad para desarrollar las ideas científicas de los estudiantes.

Los estudios de Liu y Lesniak (2005), y el de Löfgren y Helldén (2009), hacen patente la controversia sobre la edad de introducción de la naturaleza corpuscular de la materia, encontrándonos con investigaciones que apoyan la introducción temprana de este modelo (por ejemplo, Papageorgiou y Johnson, 2005) y otros que no abogan por su introducción hasta edades más tardías (por ej., Harrison y Treagust, 2002).

Coincidimos con Löfgren y Helldén (2009) en que el modelo de partículas es una de las herramientas cognitivas más valiosa para explicar los fenómenos cotidianos y que su introducción en la enseñanza de las ciencias debe hacerse desde las edades más tempranas con el fin de elaborar gradualmente el significado de los conceptos.

6.2.2. Características de los modelos utilizados por los alumnos para explicar la transformación de la materia

En este apartado hacemos un resumen de la revisión de la literatura acerca de los modelos utilizados por los alumnos para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia.

Lo subdividimos en:

6.2.2.1. Modelos utilizados para explicar la estructura y composición de la materia.

6.2.2.2. Modelos utilizados para explicar las propiedades y cambios físicos.

6.2.2.3. Modelos y características para explicar las propiedades y cambios químicos.

6.2.2.3.1. Modelos y características de las explicaciones sobre el fenómeno de combustión.

6.2.2.3.2. Características de las explicaciones de los fenómenos de descomposición de la materia.

6.2.2.1. Modelos utilizados para explicar la naturaleza corpuscular de la materia

En los años 80 y 90 la investigación sobre los conocimientos previos de los alumnos fue muy fructífera (Pfundt y Duit, 1993), destacando entre los contenidos más estudiados la naturaleza corpuscular de la materia.

La teoría cinético molecular propone un modelo basado en tres ideas clave:

- Toda la materia está formada por pequeñas partículas que no podemos ver.
- Estas partículas se encuentran en estado de continuo movimiento.
- La materia es discontinua, es decir, entre esas partículas solo existe el vacío.

Estas tres ideas permiten explicar todas las transformaciones de la materia y los tres estados de agregación, sólido, líquido y gaseoso, es decir, nos posibilita explicar las propiedades macroscópicas de la materia a partir de sus propiedades microscópicas

Sin embargo, distintos estudios (Gómez Crespo, Pozo y Gutiérrez, 2004; Löfgren y Helldén, 2009) muestran que, aunque los estudiantes aceptan fácilmente el modelo partículas, que les permite explicar desde el mundo microscópico las observaciones macroscópicas, no constituye para ellos un modelo explicativo, sino que, contrariamente a lo deseado, recurren a modelos alternativos al interpretar el modelo de partículas. Por otro lado, es usual que utilicen modelos alternativos a la hora de explicar fenómenos cotidianos.

A tenor de las investigaciones señaladas en la introducción de este capítulo, los estudiantes de todas las edades tienen dificultades para apreciar la naturaleza corpuscular de la materia. Algunos autores lo atribuyen a la dificultad inherente al modelo corpuscular de la materia, para algunos demasiado complejo y abstracto para los estudiantes de Primaria y Secundaria (Prieto y Blanco, 2000; Stern, Barnea y Shauli, 2008), otros lo atribuyen a cuestiones relacionadas con el currículo y la metodología utilizada en su enseñanza (Johnson,1998; Lee et al., 1993); y otras investigaciones concluyen en la necesidad de secuenciar e ir aumentando la abstracción paralelamente al desarrollo cognitivo en los diferentes niveles educativos (Borsese y Esteban, 2001; Liu y Lesniak, 2005).

Oliva, Aragón, Bonat y Mateo (2003) sugieren que los niños tienden a no utilizar el modelo cinético-molecular, porque algunas de sus concepciones y sus modelos mentales les funcionan perfectamente bien para explicar los cambios en la materia. Es decir, no sienten la necesidad de recurrir a modelos más complejos cuando el que manejan es más simple y les permite explicar fenómenos cotidianos, aunque sus explicaciones puedan resultar erróneas.

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

Las investigaciones destacan una serie de ideas comúnmente utilizadas por los estudiantes en sus explicaciones, como son la visión de la materia como continua, ya que la discontinuidad se aleja de su percepción. De la misma manera el movimiento de las partículas se aleja mucho de las ideas intuitivas, y esa misma percepción les hace que atribuyan propiedades macroscópicas a las partículas. Por último, aparece también la creencia de que los gases no son materia, debido a su naturaleza poco corpórea y a la escasa percepción que sobre estas sustancias tienen los estudiantes.

La Tabla 6-2 resume las ideas que utilizan los estudiantes cuando explican la estructura y composición de la materia.

Tabla 6-2: Ideas de los estudiantes sobre la estructura y composición de la materia

Ideas de los estudiantes sobre la estructura y composición de la materia	
La materia es continua.	Los estudiantes describen la estructura de la materia como continua, sin el uso del concepto de partícula.
La materia es estática.	No conciben el movimiento de las partículas.
El espacio entre partículas está lleno.	No conciben la existencia de vacío entre las partículas.
La forma de las partículas puede cambiar.	Atribuyen propiedades macroscópicas a las partículas.
Los gases no son materia.	No consideran los gases entidades materiales.

Según Domínguez et al (1998) y Gómez Crespo et al. (2004), que los estudiantes sean capaces de explicar los fenómenos macroscópicos en términos microscópicos utilizando como modelo el modelo corpuscular de la materia, es un objetivo prioritario en la enseñanza de las ciencias y, para conseguirlo, hay que proporcionar desde la escuela múltiples escenarios donde tenga que utilizar esos modelos para explicar fenómenos cotidianos.

Respecto a los niveles explicativos para la naturaleza corpuscular de la materia, Benarroch (2000) realizó una serie de entrevistas a 43 alumnos españoles entre los 9 y 22 años de edad para conocer cómo explicaban la distinta compresibilidad del aire y del agua. A partir de la categorización y del análisis de sus respuestas propone cinco niveles explicativos:

- Nivel I: Las explicaciones se ajustan a lo observable y se limitan a una visión continua y estática de la materia. No comprenden que haya que dar más explicaciones. Las cosas suceden porque sí.
- Nivel II: La visión de la materia sigue siendo continua, pero detallan elementos como burbujas, huecos o pompas para explicar los fenómenos empíricos. Las partículas aparecen embebidas dentro de una substancia.

- Nivel III: La materia está formada por partículas y entre ellas hay huecos, aunque esos huecos pueden estar "vacíos" o "llenos de algo". Ya ha habido una evolución conceptual hacia el mundo microscópico.
- Nivel IV: Además de la existencia de partículas se considera el vacío entre las mismas. Mientras que en el nivel anterior se rechaza, ignora u obvia la existencia de vacío para fundamentar las explicaciones en este nivel se considera necesario.
- Nivel V: Coincide con el modelo científico de la enseñanza de la naturaleza corpuscular. La materia se concibe como un sistema de interacción entre partículas, moviéndose continuamente, sin nada entre ellas, solo vacío.

Para conocer los efectos de la instrucción en la evolución en los niveles de las explicaciones, la autora introdujo una fase de introducción de ideas en su investigación mostrando a los alumnos lo modelos científicos que explican la distinta compresibilidad del aire y del agua. En la Tabla 6-3 se describen los niveles de las explicaciones de los estudiantes. La autora concluye que la instrucción favorece los cambios conceptuales del nivel previo a la instrucción al contiguo superior cuando la "distancia" entre niveles es de carácter específico, por ejemplo, los alumnos que tenían un modelo corpuscular situado en el Nivel IV pasan generalmente de la instrucción al Nivel V, sin embargo, los alumnos del Nivel I y II asimilan el modelo de partículas, pero no le atribuyen ningún significado microscópico. Los alumnos que de forma espontánea conciben partículas sobre fondos continuos para el agua o para el aire, o bien para ambas sustancias (Nivel III), pasan a considerar partículas y vacío después de la instrucción.

Tabla 6-3: Descripción de los niveles de esquemas explicativos de los alumnos sobre la corpuscularidad de la materia, según Benarroch (2001)

Nivel I	Modelo de materia	Tipo de explicación
I. Continuidad. Sin explicación.	La materia se percibe continua y estática, salvo que macroscópicamente se observe lo contrario.	No hay explicación, solo descripción macroscópica.
II. Continuidad. Explicaciones pseudo-macroscópicas.	La materia se percibe como continua, las partículas embebidas en una substancia continua, con huecos.	Se trasladan elementos percibidos (burbujas, pompitas, huecos, etc.) a explicaciones pseudo-microscópicas.
III. Discontinuidad Explicaciones microscópicas fundamentadas en partículas y huecos.	La materia está formada por partículas y huecos entre las mismas. No hay necesidad de vacío entre partículas.	Explicaciones microscópicas fundamentadas en: Partículas, huecos etéreos a los que se trasladan las propiedades macroscópicas.
IV. Discontinuidad. Explicaciones macroscópicas fundamentadas en partículas y vacío	La materia está formada por partículas y vacío necesario entre las mismas.	Explicaciones microscópicas fundamentadas en las disposiciones de partículas (más separadas o menos).
V. Discontinuidad. Explicaciones microscópicas académicas	El movimiento se hace necesario y hay una coordinación causal con el vacío.	Explicaciones microscópicas académicas o cuasi-académicas.

Benarroch (2001) señala la necesidad de impulsar investigaciones que analicen cómo tiene lugar el desarrollo cognoscitivo y estudien las relaciones entre las representaciones internas y los procesos que tienen lugar durante la actividad cognitiva.

Hadenfeldt y Neumann (2014) a partir de la revisión de los estudios sobre las concepciones de los estudiantes sobre la materia proponen los siguientes niveles que se corresponden en parte con los anteriormente citados:

> Nivel I: Los estudiantes describen la estructura de la materia sin el uso del concepto de partícula. Consideran la materia divisible pero continua.
>
> Nivel II: Los estudiantes consideran que las partículas están embebidas en la materia. Entre las partículas hay substancia. No utilizan esta percepción de la materia para explicar las propiedades de las partículas.

Nivel III: Los estudiantes conciben las partículas como ladrillos de materia. Consideran que no hay nada entre las partículas. Las partículas se describen como la última unidad divisible. A las partículas se les otorgan propiedades macroscópicas.

Nivel IV: Los estudiantes describen las partículas utilizando un modelo de átomo con núcleo y capas. Diferencian entre átomos y moléculas. Pueden distinguir entre diferentes tipos de enlaces.

Nivel V: Los estudiantes son capaces de explicar la estructura de moléculas complejas. Los estudiantes son capaces de explicar porque ocurren determinadas interacciones entre partículas.

A simple vista, parece que los niveles de las progresiones no se corresponden unos con otros, sin embargo, creemos que sí existe esa correspondencia. En la Tabla 6-4 intentamos mostrar lo que consideramos la correspondencia entre estas dos posibles progresiones.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 6-4: Correspondencia entre los niveles de progresión para la naturaleza de la materia. Elaborado a partir de las categorías de explicación de Benarroch (2001) y las señaladas por Hadenfeldt y Neumann (2014)

	Hadenfeldt y Neumann (2014)		Benarroch (2001)
Nivel 1	Los estudiantes describen la estructura de la materia sin el uso del concepto de partícula. Consideran la materia divisible pero continua.	Nivel 1	La materia se percibe continua y estática, salvo que macroscópicamente se observe lo contrario No hay nada que explicar
Nivel 2	Los estudiantes consideran que las partículas están embebidas en la materia. Entre las partículas hay substancia. No utilizan esta percepción de la materia para explicar las propiedades de las partículas.	Nivel 2	La visión de la materia sigue siendo continua, pero detallan elementos como burbujas, huecos o pompas para explicar los fenómenos empíricos. Las partículas aparecen embebidas dentro de una substancia.
		Nivel 3	La materia está formada por partículas y huecos entre las mismas. No hay necesidad de vacío entre partículas..
		Nivel 4	La materia está formada por partículas y vacío necesario entre las mismas. Explicaciones microscópicas fundamentadas en las disposiciones de partículas (más separadas o menos).
Nivel 3	Los estudiantes conciben las partículas como ladrillos de materia. Consideran que no hay nada entre las partículas. Las partículas se describen como la última unidad divisible. A las partículas se les otorgan propiedades macroscópicas.	Nivel 5	Coincide con el modelo científico de la enseñanza de la naturaleza corpuscular. La materia se concibe como un sistema de interacción entre partículas, moviéndose continuamente, sin nada entre ellas, solo vacío.
Nivel 4	Los estudiantes describen las partículas utilizando un modelo de átomo con núcleo y capas. Diferencian entre átomos y moléculas. Pueden distinguir entre diferentes tipos de enlaces.		
Nivel 5	Los estudiantes son capaces de explicar la estructura de moléculas complejas. Los estudiantes son capaces de explicar porque ocurren determinadas interacciones entre partículas.		

6.2.2.2. Modelos utilizados para explicar las propiedades y cambios físicos

En este apartado hacemos una revisión sobre estudios que hacen referencia a las concepciones de los estudiantes y los modelos utilizados para explicar las propiedades y los cambios físicos haciendo especial referencia a los cambios de estado.

Existe una vasta literatura sobre las concepciones de los estudiantes sobre las propiedades físicas de la materia y los cambios de estado (Lumbaca, Pertimalli y Borsese, 2004; Driver, Guesne, y Tiberghien, 1989; Haidar y Abraham, 1991; Haland, 2010; Kind, 2004; Lee et al., 1993; Osborne y Cosgrove, 1983; Russell et al (1989 y 1990); Stavy, 1990a).

Osborne y Cosgrove (1983) realizaron una investigación sobre las concepciones de estudiantes 8 a 17 años respecto a la ebullición, evaporación a temperatura ambiente, condensación y fusión. Los resultados mostraron que los alumnos mantienen ideas como que las burbujas de agua hirviendo están hechas de calor o de aire, que cuando el agua hierve y el vapor no es visible por mucho tiempo es que se convierte en aire, que el frío atraviesa el vaso con hielo y se transforma en agua, o que el agua se rompe en hidrógeno y oxígeno cuando se evapora. Estas ideas persisten en los estudiantes de 14-15 años a pesar de la enseñanza formal.

Driver et al. (1989) desarrollaron una recopilación de estudios relacionados con las ideas que utilizan los estudiantes para explicar los cambios de estado y entre sus conclusiones, destacan que los estudiantes de Primaria se refieren únicamente a los cambios macroscópicos cuando se les pide que expliquen fenómenos como que el agua hierve, o que el vapor se condensa.

Russell y Watt (1990) estudiaron las explicaciones de niños de 5 a 11 años sobre la disminución del nivel de agua en un tanque expuesto a los rayos solares. Alrededor del 45% de los alumnos participantes en el estudio explicaban que el agua había desaparecido.

Paralelamente, Stavy (1990a) desarrolló también un estudio similar con niños de entre 9 y 15 años sobre la evaporación de acetona en un tubo cerrado. Alrededor del 30% de los niños y niñas de entre 9 y 10 años, que participaron en el estudio, pensaban que la acetona había desaparecido. También encontró que el 30% del grupo de 10-12 años de edad pensaban que el olor de la acetona se mantenía, aunque la materia se hubiese desvanecido. En el grupo de 14

años, que ya habían recibido enseñanza acerca de las ideas de partículas, un 40% de los alumnos estimaba que la acetona se había vuelto invisible y, en el grupo de 15 años, el 65% encontraba reversible la evaporación de la acetona.

Podemos resumir que, aunque el estudio de los cambios de estado de la materia es un contenido científico escolar presente en los currículos de educación Primaria y Secundaria, la investigación revela que los estudiantes de Primaria utilizan modelos mentales que integran concepciones alternativas cercanas a su percepción sensorial y que se alejan del modelo científico. En el caso de los alumnos de la ESO, aun cuando conocen la teoría cinético-molecular no logran construir un modelo cinético molecular que explique los cambios de estado de la materia desde un punto de vista científico.

Para explicar los cambios de estado, la mayoría de los estudiantes utilizan dos modelos que coexisten a lo largo del tiempo. Por una parte, explican algunos cambios de estado utilizando sus propios modelos que derivan del uso de esquemas interpretativos macroscópicos y, por otra, en casos diferentes y en distintos contextos, utilizan el modelo cinético-molecular. Lo que nos interesa, desde el punto de vista educativo, es que sus modelos vayan evolucionando hacia el modelo corpuscular de la materia.

Los resultados de distintas investigaciones (Anderson, 1980; Carrascosa, Gil y Valdés, 2004; Driver et al. 1989; Furió, Azcona y Guisasola, 2006; Halan, 2010; Kind, 2004; Lee et al., 1993; Liu y Lesniak, 2004; Martínez-Losada, García Barros y Rivadulla López, 2009; Osborne y Cosgrove, 1983; Pozo y Galán, 2012; Stavy 1990a) coinciden en que los alumnos tienen una serie de perspectivas prototípicas de los cambios de estado del agua que resumimos en la Tabla 6-5.

Generalmente, cuando tienen que explicar los cambios de estado, indican que las partículas pueden expandirse o contraerse y no usan el modelo corpuscular para explicar los cambios de estado, que son vistos como hechos aislados.

A la hora de explicar los fenómenos de fusión y congelación, argumentan que las partículas del hielo se pueden encoger, expandir, disolver o fundir cuando pasan a agua líquida, y utilizan con frecuencia los términos fundir y disolver como sinónimos e indican que la congelación ocurre a temperaturas “frías”.

Respecto a la condensación del agua en una ventana, sus explicaciones aluden a que el frío se transforma en agua, o que el frío y el calor reaccionan para producir agua. No saben de dónde proviene el agua condensada, y dicen, por ejemplo, que “atraviesa el vidrio”, que “se han pegado al mismo”, o que “el aire se transforma en agua cuando se enfría”. Otros alumnos indican que cuando la temperatura desciende, el hidrógeno y el oxígeno en el aire reaccionan y producen agua.

Para explicar la evaporación mencionan que el agua desaparece o es absorbida por el recipiente, que fluye través del aire a las paredes, techos o nubes, o que el agua “entra” en el aire. Mencionan, también que las burbujas están hechas de aire o de calor.

Coincidimos con Martínez Losada et al. (2009) que, desde el ámbito escolar, se debe promover una visión unitaria de los distintos tipos de materia, abordando su estudio de forma que favorezca su caracterización y diferenciación.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 6-5: Ideas de los alumnos sobre de los cambios de estado del agua

Ideas de los alumnos sobre los cambios de estado del agua
Ideas generales sobre los cambios de estado
Las partículas pueden expandirse o contraerse. No usan el modelo corpuscular para explicar los cambios de estado.
Los cambios de estado son vistos como hechos aislados. Por ejemplo, la fusión y la congelación pueden no implicar a la misma sustancia.
Ideas sobre la fusión y la congelación
Piensan que las partículas del hielo se pueden encogerse, expandirse, disolverse o fundirse cuando pasan a agua líquida.
Los términos fundir y disolver, con frecuencia, se usan como sinónimos.
La congelación ocurre a temperaturas "frías".
Ideas sobre la condensación
El aire se transforma en agua cuando se enfría.
Cuando se enfría el hidrógeno y el oxígeno en el aire reaccionan y producen agua.
Ideas sobre la evaporación
El agua desaparece o es absorbida por el recipiente.
El agua se va a través de las paredes, techo o nubes.
Las burbujas están hechas de calor.
Las burbujas están hechas de aire.
El agua "entra" en el aire.

Respecto a la progresión en el aprendizaje, Bar y Galili (1994) identifican cuatro etapas distintas en la progresión de los niños de la comprensión de la evaporación y la condensación, desde la idea de que desaparece (en los niños más pequeños), hasta la visión de cambio de fase que es la predominante a partir de los 13 años, como se muestra en la Figura 6-3.

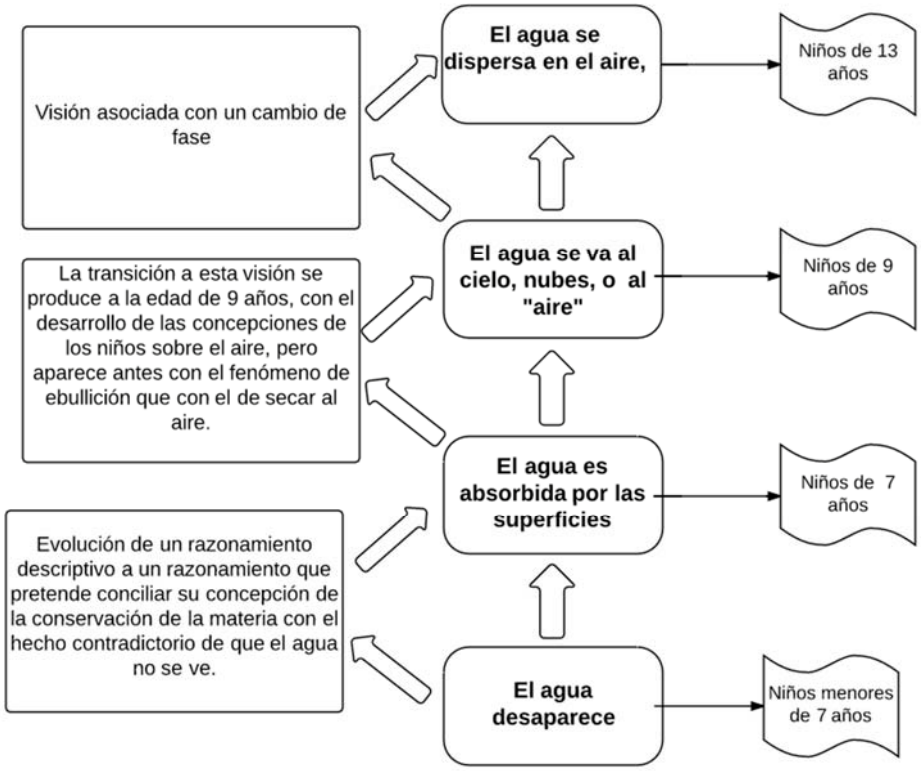


Figura 6-3: Etapas en la progresión de los niños de la comprensión de la evaporación y la condensación. Adaptado de Bar y Galili (1994)

Johnson (1998a, 1998b), señala que la progresión en la comprensión de los fenómenos de evaporación y condensación, discurre cronológicamente ligada al acceso a una concepción del estado gas.

Más adelante, Hadenfeldt y Neumann (2014) describen los siguientes niveles de progresión sobre las propiedades de las partículas y los cambios físicos:

Nivel 1. Los estudiantes no tienen ningún modelo para describir el cambio físico. Describen solo lo que ven y usan prototipos para describir las substancias las propiedades de las substancias. Por ejemplo, el agua es un prototipo para los líquidos.

Nivel 2: Los estudiantes son capaces de categorizar substancias y atribuirles características propias para esas categorías. Por ejemplo, metales, no metales, o sales. Además, usan similitudes en la apariencia para clasificar substancias. Describen los cambios físicos como

modificación de la substancia original sin usar el modelo de partículas. En sus explicaciones las partículas están embutidas en la materia.

Nivel 3: Los estudiantes describen los cambios físicos y las propiedades físicas usando modelos simples de partículas. Transfieren las propiedades de la substancia o de los cambios a nivel de partículas y hacen referencia a la estructura atómica y las interacciones entre átomos.

Nivel 4: Los estudiantes usan un modelo de partículas diferenciadas para explicar las propiedades físicas y sus cambios en la materia.

Nivel 5: Los estudiantes son capaces de indicar las propiedades físicas de la materia y los cambios físicos a partir de las propiedades del sistema de partículas.

6.2.2.3. Modelos y características para explicar las propiedades y cambios químicos

A continuación, se hace referencia a los estudios sobre los modelos utilizados por los alumnos para explicar la transformación de la materia para, más adelante, centrarnos en los estudios sobre fenómenos de combustión y descomposición de la materia.

Andersson (1986, 1990) establece que las concepciones que utilizan los estudiantes para explicar la transformación de la materia se pueden clasificar en cinco categorías, tanto a nivel macroscópico como microscópico (ver Tabla 6-6).

Tabla 6-6: Categorías de explicación de Andersson (1986)

CATEGORÍAS	NIVEL MACROSCÓPICO	NIVEL MICROSCÓPICO
Desaparición	Desaparecen las substancias.	Desaparecen los átomos.
Desplazamiento	La sustancia cambia de ubicación.	Los átomos y moléculas forman una mezcla, se separan, etc.
Modificación	La sustancia es la misma pero cambian algunas de sus propiedades como la forma y otras no.	Los átomos cambian de tamaño., color, etc.
Transmutación	La sustancia se transforma en otra sustancia.	Un átomo se transforma en otro nuevo.
Interacción química	Se produce una interacción entre los reactivos originando un nuevo producto.	Se conserva la identidad atómica, pero cambian las combinaciones de átomos.

En la desaparición, los estudiantes hacen referencia a que las sustancias desaparecen; en desplazamiento, los estudiantes señalan que las sustancias cambian de ubicación, o a nivel microscópico, argumentan que los átomos y moléculas forman una mezcla, se separan, etc.; en la categoría modificación, a nivel macroscópico, los alumnos explican las transformaciones indicando que la sustancia es la misma, pero cambian algunas de sus propiedades (por ejemplo, la forma), y a nivel microscópico indican que estos cambios afectan a las moléculas y átomos que pueden cambiar de color, de tamaño, etc.; en la categoría de transmutación, aluden a que una sustancia se transforma en otra substancia (o en energía, calor, etc.), o a que un átomo se transforma en otro nuevo (visión microscópica); por último, en la categoría de interacción química los estudiantes hacen referencia a que se produce una interacción entre los reactivos originando un nuevo producto a nivel macroscópico, o señalan que cambian las combinaciones de átomos, conservando la identidad atómica, a nivel macroscópico.

En general, basándonos en los trabajos ya citados podemos decir que, aunque el modelo de reacción química (interacción química) es el único que se presenta en la enseñanza del cambio químico, los estudiantes siguen utilizando otros modelos alternativos en sus razonamientos que se basan, sobre todo, en las características perceptibles de los fenómenos.

La transferencia del mundo macroscópico al microscópico aparece en las cuatro primeras categorizaciones. Parece que los estudiantes no han comprendido que se trata de dos mundos diferentes, es decir, que el concepto de átomo es parte de un modelo inventado para explicar y predecir lo que ocurre en el mundo macroscópico (Andersson, 1986; Helldén, 1995).

Andersson (1986, 1990) considera que uno de los motivos de esta extrapolación son los textos que se utilizan en el aula, donde no está muy clara la distinción entre los modelos científicos y el mundo real. Sus estudios indican que a partir de los 12 a los 16 años los estudiantes comienzan a desarrollar razonamientos que distinguen la visión macroscópica de la microscópica.

Aunque Andersson (1986,1990) no señalaba una progresión de una categoría a otra, Liu y Lesniak (2005) señalan que es posible esta progresión de modo que el nivel de sofisticación aumenta progresivamente de la primera a la quinta categoría (ver Tabla 6-7).

Tabla 6-7: Niveles de progresión para la transformación de la materia. Elaborada a partir de las categorías de explicación de Andersson (1986,1990)

NIVELES DE PROGRESIÓN	CATEGORÍAS	NIVEL MACROSCÓPICO	NIVEL MICROSCÓPICO
Nivel 1	Descriptiva	No hay nada que explicar	
	Desaparición	Desaparecen las substancias	Desaparecen los átomos
Nivel 2	Desplazamiento	La sustancia cambia de ubicación.	Los átomos y moléculas forman una mezcla, se separan, etc.
Nivel 3	Modificación	La sustancia es la misma pero cambian algunas de sus propiedades como la forma y otras no.	Los átomos cambian de tamaño., color, etc.
Nivel 4	Transmutación	La sustancia se transforma en otra sustancia o en energía.	Un átomo se transforma en otro nuevo.
Nivel 5	Interacción química	Se produce una interacción entre los reactivos originando un nuevo producto.	Se conserva la identidad atómica, pero cambian las combinaciones de átomos.

Hadenfeldt y Neumann (2014) a partir de los resultados de las investigaciones sobre las concepciones de los estudiantes sobre la materia y en concreto sobre las propiedades químicas y el cambio químico señalan también cinco niveles:

Nivel 1. Los estudiantes no tienen ningún modelo para describir o reconocer una reacción química. Describen lo que observan.

Nivel 2. Los estudiantes reconocen las reacciones químicas a través de la aparición de una nueva substancia con otras propiedades distintas de los reactivos, pero no tienen un nivel de percepción de partículas para explicar correctamente las reacciones químicas. En este nivel los alumnos piensan que los productos de la reacción química ya estaban presentes en los reactivos, o que los reactivos están siempre presentes, pero cambian algunas de las propiedades, no reconocen la relación entre productos y reactivos o consideran que los reactivos cambian a nuevas substancias o a energía.

Nivel 3. Los estudiantes describen la reacción química como una reorganización de partículas, pero no tienen un modelo que les permita describir el proceso.

Nivel 4. Los estudiantes describen la reacción química como reorganización de partículas y enlaces y son capaces de describir reacciones elementales basándose en un modelo de partículas diferenciado y son capaces de nombrar los tipos de enlace en los productos de la reacción.

Nivel 5. Los estudiantes son capaces de nombrar factores que les ayudan a explicar la conducta de la reacción de una substancia por ejemplo en función de la configuración electrónica. Son capaces de justificar como progresa una reacción en función de múltiples factores (presión, temperatura, estructura, etc.).

En la Tabla 6-8 intentamos mostrar lo que consideramos la correspondencia entre estas dos posibles progresiones.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 6-8: Correspondencia entre los niveles de progresión para la transformación de la materia a partir de las categorías de explicación de Andersson (1986) y las señaladas por Hadenfeldt y Neumann (2014)

	Hadenfeldt y Neumann (2014)	NIVEL DE PROGRESIÓN	CATEGORÍAS	Andersson (1986)
Nivel 1	No hay nada que explicar Describen lo que observan.	Nivel 1	Descriptiva	No hay nada que explicar.
			Desaparición	Desaparecen las substancias. Desaparecen los átomos.
Nivel 2	Los estudiantes reconocen las reacciones químicas a través de la aparición de una nueva substancia con otras propiedades distintas de los reactivos, pero no tienen un nivel de percepción de partículas para explicar correctamente las reacciones químicas. Los estudiantes piensan que los productos de la reacción química ya estaban presentes en los reactivos. Que los reactivos están siempre presentes, pero cambian algunas de las propiedades. No reconocen la relación entre productos y reactivos. Los reactivos cambian a nuevas substancias o a energía.	Nivel 2	Desplazamiento	La sustancia cambia de ubicación.
		Nivel 3	Modificación	La sustancia es la misma, pero cambian algunas de sus propiedades como la forma y otras no. Los átomos cambian de tamaño., color, etc.
		Nivel 4	Transmutación	La sustancia se transforma en otra sustancia o en energía. Un átomo se transforma en otro nuevo.
Nivel 3	Nivel 3. Los estudiantes describen la reacción química como una reorganización de partículas, pero no tienen un modelo que les permita describir el proceso.	Nivel 5	Interacción química	Se produce una interacción entre los reactivos originando un nuevo producto. Se conserva la identidad atómica, pero cambian las combinaciones de átomos.
Nivel 4	Los estudiantes describen la reacción química como reorganización de partículas y enlaces y son capaces de describir reacciones elementales basándose en un modelo de partículas diferenciado y son capaces de nombrar los tipos de enlace en los productos de la reacción.			
Nivel 5	Nivel 5: los estudiantes son capaces de nombrar factores que les ayudan a explicar la conducta de la reacción de una substancia por ejemplo en función de la configuración electrónica. Son capaces de justificar como progresa una reacción en función de múltiples factores (presión, temperatura, estructura, etc.).			

Estudios con alumnos Sordos, mostraron que este tipo de alumnado tiene concepciones de los hechos científicos similares a las de sus compañeros oyentes, pero tienden a desviarse significativamente en Secundaria (Roald y Mikalsen, 2000).

Hammer (1996) relaciona este hecho, al menos en parte, por la falta de oportunidades para razonar científicamente y por la falta de modelos mentales necesarios para la comprensión y la integración de nuevos hechos científicos.

Algunos autores (Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003; Stern et al., 2008; Treagust, Chandrasegaran, Crowley, Yung, Cheong y Othman, 2010; Justí y Gilbert, 2002), sugieren que para progresar hacia los modelos científicos hay que facilitar que los estudiantes creen sus propios modelos al explicar fenómenos, y darles la oportunidad de argumentar sobre sus modelos mentales con otros estudiantes, ya que esto puede ayudarles a hacer más accesible determinados modelos científicos.

Coincidimos con Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003) en que para que los alumnos aprendan conceptos y modelos la clase de ciencias se debe convertir en una comunidad donde a través de la argumentación, se produzca y se use el conocimiento lo que nos lleva a preguntar: ¿Hasta qué punto puede ser esto posible en un aula con un solo alumno Sordo que utiliza un lenguaje diferente o no tiene las mismas habilidades en lengua oral que sus compañeros oyentes?

Modelos y características de las explicaciones sobre el fenómeno de combustión

Las ideas alternativas que utilizan los estudiantes a la hora de explicar, en concreto, el fenómeno de la combustión aparecen ampliamente descritas en la literatura (BouJaoude, 1991; Gómez Crespo et al., 2004; Driver et al., 1989; García Franco y Taber, 2009; Méheut, Salti,y Tiberghien, 1985; Stavy, 1990; Treagust et al., 2010; Watson, Prieto y Dillon, 1995,1997).

Mehéut et al. (1985) desarrollaron un estudio con cuatrocientos estudiantes de entre 11 y 12 años en el que tenían que explicar y discutir qué ocurría en una experiencia de combustión y en otra de oxidación. Para la recogida de datos utilizaron cuestionarios, entrevistas y grabaciones de aula. A partir del análisis de las respuestas, concluyeron que los estudiantes

utilizaban modelos diferentes dependiendo de la materia combustible. Catalogaron las respuestas en dos grupos:

1. Las ceras y metales se evaporan o se funden.
2. La madera, el cartón y el papel se queman transformándose en otras substancias o desaparecen.

Posteriormente, Driver et al. (1989), en un estudio sobre las explicaciones acerca de la combustión realizadas por un numeroso grupo de estudiantes de Secundaria, encontraron que los alumnos de diferentes nacionalidades daban las mismas explicaciones al fenómeno. La Tabla 6-9 resume las perspectivas prototípicas de los estudiantes.

Tabla 6-9: Ideas de los estudiantes de Secundaria de diferentes nacionalidades a la hora de explicar el fenómeno de la combustión de la materia. Adaptada de Driver et al., (1989)

Ideas de los alumnos de Secundaria acerca de la combustión.
- El aire/ oxígeno es necesario para que se produzca la combustión, pero no está clara su función, no aparece la idea de interacción química.
- El peso de la sustancia que arde se reduce, la materia no se conserva.
- Los gases resultantes de la combustión no pesan.
- Se producen transferencias del nivel macroscópico al microscópico; p.ej., los átomos se queman.
- La llama es el agente causante de la transformación.

En la mayoría de las respuestas los estudiantes de Secundaria, interpretan la presencia del oxígeno como necesario para producir la combustión, pero no explican claramente su función y tienen dificultades a la hora de identificar los gases de la combustión que, para ellos, no son materia. De sus respuestas se infiere que hacen transferencias del nivel macroscópico al microscópico, argumentando que, por ejemplo, si una sustancia se quema, sus átomos o moléculas también se queman. Consideran la llama como el agente causante de la transformación y, explican, por ejemplo, que la llama "come", "funde" o "disuelve la madera que combustiona. Es decir, no se refieren en ningún momento a la interacción química del combustible con el oxígeno del aire.

Otras investigaciones como la de BouJande (1991) con estudiantes estadounidenses de 14 años, también ponían de manifiesto que los estudiantes fundamentan sus explicaciones sobre la combustión en función de lo que observan y sus explicaciones difieren dependiendo de la

substancia. Para los estudiantes que participaron en el estudio, la combustión de la cera se correspondía con la fusión, la combustión del alcohol con la evaporación, e identificaban la combustión de la madera como un cambio a ceniza.

En otro trabajo, Watson et al. (1995), realizaron una encuesta a un elevado número de estudiantes entre 14 y 15 años en España y en Gran Bretaña para estudiar las implicaciones del trabajo de laboratorio a la hora de elaborar sus explicaciones y también la consistencia de dichas explicaciones. Los resultados indicaban que el trabajo de laboratorio mejoraba la calidad de las respuestas respecto al papel de los gases en la combustión; sin embargo, después de la instrucción en el laboratorio pocos hacen referencia a la formación de dióxido de carbono y vapor de agua en el proceso de combustión de un hidrocarburo. Concluyeron que los alumnos tienden a desarrollar dos estructuras diferentes de explicación, las personales y las escolares.

Como ya se señaló anteriormente, Andersson (1990) clasificó las respuestas de los estudiantes sobre las reacciones químicas en cinco categorías de explicación: no hay nada que explicar, desplazamiento, modificación, transmutación y reacción química.

Prieto, Blanco y Brero (2002) y Watson, Prieto y Dillon, (1997), describieron los modelos asignados a esas categorías utilizando como indicadores las siguientes ideas:

- En el modelo de modificación se considera que el cambio es reversible, el oxígeno no participa en el cambio y la llama o el fuego son una fuente de calor que provoca la modificación de la sustancia (estado físico, color, etc.).

- En el modelo de transmutación se considera que el proceso es irreversible: la llama es el agente activo del cambio, el oxígeno o el aire es necesario para que la combustión tenga lugar, y la materia puede transmutarse en calor o en otra substancia. A nivel microscópico el átomo puede transmutarse en otro nuevo.

- En el modelo de reacción química se incluyen ideas como: la reacción es irreversible,

el aire o el oxígeno y la sustancia combustible interaccionan, la llama es la evidencia de la reacción química, y la llama contiene combustible y oxígeno en interacción. Se origina una nueva substancia y se conserva la identidad atómica.

Watson et al. (1997) adaptaron las categorizaciones de Andersson incluyendo la desaparición en la categoría de transmutación (la sustancia se convierte en la nada) y no incluyeron la categoría de desplazamiento por no aparecer entre los resultados de sus experiencias. Los autores explican que su clasificación se ajusta a la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget, de forma que para la modificación y transmutación se integrarían en el estadio de las operaciones concretas y las explicaciones que se fundamentan en la interacción o reacción química exigen de una mayor demanda cognitiva, propia de un pensamiento formal, lo que explicaría las respuestas de los estudiantes.

En este estudio proponemos, a partir de las categorizaciones de Andersson (1984, 1986, 1990) y de Watson et al. (1995,1997) los niveles de progresión que se muestran en la Tabla 6-10.

Tabla 6-10: Niveles de progresión a partir de las categorías de análisis para las experiencias de combustión. Elaborada a partir de Andersson (1984, 1986, 1990) y Watson, et al. (1995, 1997).

Niveles	Categorías	Nivel macroscópico	Nivel microscópico
Nivel 1	Las cosas son así, no hay nada que explicar		
Nivel 2	Desplazamiento	La sustancia cambia de ubicación	Los átomos y moléculas forman una mezcla, se separan, etc.
Nivel 3	Modificación	La sustancia es la misma pero cambian algunas de sus propiedades, como la forma, el color o el olor	Los átomos cambian de tamaño, color, etc.
Nivel 4	Transmutación	Transmutación La sustancia se transforma en otra sustancia	Un átomo se transforma en otro nuevo.
Nivel 5	Reacción química	Se produce una interacción entre el reactivo o los reactivos originando un nuevo producto o nuevos productos	Se conserva la identidad atómica, pero cambian las combinaciones de átomos

Los resultados de los estudios llevados a cabo por Méheut et al. (1985) y Kermen y Méheut (2011) muestran que los estudiantes utilizan frecuentemente la categoría de modificación de Andersson (1990) para explicar la combustión de una vela o la oxidación de un metal, y para otras substancias, como el papel o la madera, se refieren a la transmutación.

Chi (1998) recurre a las categorías ontológicas para clasificar el conocimiento de los estudiantes de la combustión. Divide este conocimiento en tres categorías ontológicas subdivididas a su vez en otras categorías menores: materia (como pueden ser átomos o moléculas), eventos (fuerzas o reacciones químicas) y abstracciones (fórmulas, símbolos o ecuaciones químicas), como se muestra en la Figura 6-4. Desde estas categorías, interpretamos el mundo y cambiar nuestra concepción del mundo implica una modificación en las atribuciones ontológicas.

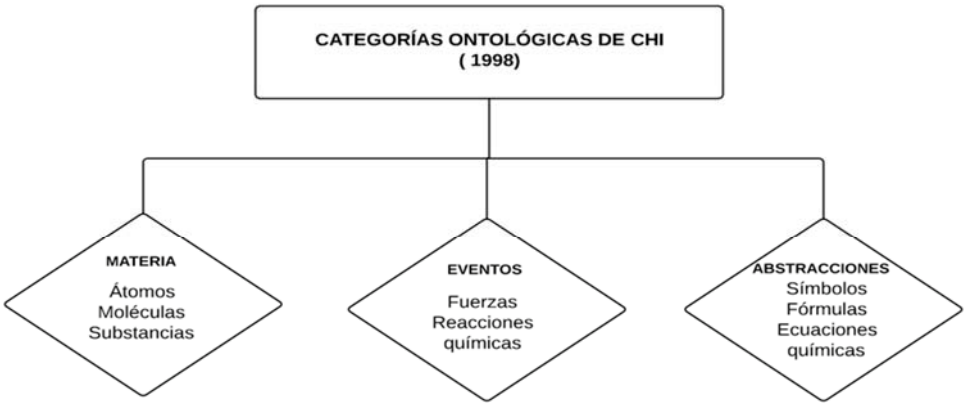


Figura 6-4: Categorías ontológicas de Chi (1998)

El autor concluye que los estudiantes clasifican incorrectamente algunos conceptos científicos dependiendo de las circunstancias, así pueden clasificar el calor en la categoría de materia, o confundir los conceptos de calor y temperatura. Argumenta que el cambio conceptual dentro de una misma categoría ontológica, como puede ser la confusión entre combustión y cambio de estado, es mucho más sencillo que entre categorías ontológicas, y que este cambio entre categorías al que denomina “cambio conceptual radical”, es casi imposible de realizar puesto que la barrera psicológica es mucho mayor que en el primer supuesto. Considera que la

estructura de transmutación está fuertemente arraigada en los estudiantes pues puede explicar la mayoría de las observaciones cotidianas de la combustión. Una de las razones de su persistencia es que se trata de una estructura que requiere un nivel de procesamiento cognitivo menor que la estructura de interacción química. En esta línea, Monk (1990, 1991) señala, además, que algunos conceptos involucrados como calor y temperatura incorporados en esta estructura, pueden estar en categorías ontológicas incorrectas, lo que supone un cambio conceptual radical para pasar a la categoría de interacción química.

Otros autores como Domínguez et al. (1998), puntualizan que los estudiantes necesitan comprender el modelo de partículas de la materia para diferenciar los conceptos de calor y temperatura para lograr la integración de las descripciones macroscópicas y microscópicas de un sistema.

Características de las explicaciones de los fenómenos de descomposición de la materia

Las dificultades de los niños para entender la descomposición de un organismo han sido documentadas por Sequeira y Freitas (1986), Smith y Anderson (1986) y Helldén (1995) entre otros.

En el trabajo de Sequeira y Freitas (1986) se señala que muy pocos estudiantes de 10-13 años utilizan la idea de que la materia orgánica se transforma en nutrientes minerales. Muchos estudiantes dicen que los materiales se agotan, se rompen en trozos, o desaparecen. Smith y Anderson (1986) encontraron que los niños son conscientes de que los organismos al morir se descomponen y se pudren, y algunos son conscientes de la existencia de un proceso cíclico; sin embargo, muchos no reconocen el agua y el dióxido de carbono como productos del proceso de descomposición y consideran el suelo como producto final.

En relación a los estudios de descomposición de la materia, Helldén (1995) estudió la comprensión de este fenómeno por parte de una muestra de alumnos suecos de Primaria, en base a las investigaciones de Andersson (1990). Las preguntas iban dirigidas a que los estudiantes explicasen qué ocurría cuando una hoja cae al suelo y se descompone. El análisis de las respuestas a dichas preguntas, le llevó a concluir que los alumnos saben que cuando un organismo muere se descompone, pero no reconocen el agua y el dióxido de carbono como

productos de descomposición. Tampoco reconocen que, durante la putrefacción, otros materiales pasan a formar parte del ambiente y argumentan que la descomposición significa que los materiales fueron consumidos, usados, partidos o desaparecieron. En las respuestas sobre la conservación de la materia aparecen muchas lagunas y no tienen una teoría general que explique la descomposición de la materia en diferentes contextos. El suelo aparece como el punto final de la materia descompuesta y no como un estado en el ciclo de la materia y no citan en sus respuestas la existencia de organismos presentes en la putrefacción. La Tabla 6-11 resume los resultados de su investigación.

Tabla 6-11: Explicaciones del fenómeno de descomposición de la materia. Adaptada de Helldén (1995)

Ideas de los alumnos sobre la descomposición de la materia
Saben que cuando un organismo muere se descompone, pero no reconocen el agua y el dióxido de carbono como productos de descomposición.
No reconocen que durante la putrefacción otros materiales pasan a formar parte del ambiente.
La descomposición significa que los materiales fueron consumidos, usados, partidos o desaparecieron.
No tienen una teoría general que explique la descomposición de la materia en diferentes contextos.
Aparecen muchas lagunas en sus respuestas sobre la conservación de la materia.
El suelo es el punto final de la materia descompuesta y no un estado en el ciclo de la materia.
No citan en sus respuestas la existencia de organismos presentes en la putrefacción.

Helldén (1995) sugiere que para favorecer un correcto desarrollo de un modelo interpretativo que les ayude a comprender y explicar la descomposición de la materia es oportuno crear un ambiente en el aula donde los estudiantes puedan reconocer, discutir diferentes opiniones, y reflexionar sobre sus propias ideas sobre la descomposición.

En la Tabla 6-12 se presentan las categorías para analizar los modelos interpretativos de descomposición de la materia que hemos elaborado a partir de Andersson (1984, 1986, 1990), Helldén (1995) y Molander (2001).

Tabla 6-12: Categorías para analizar los modelos de descomposición de un animal. Elaborada a partir de Andersson (1984, 1986, 1990), Helldén (1995) y Molander (2001)

Categorías	Nivel macroscópico	Nivel microscópico
Las cosas son así, no hay nada que explicar.		
Desaparición.	Al morir el animal desaparece.	Los átomos también se mueren y desaparecen.
Modificación.	El animal se rompe en trozos (se descompone) y se mezcla con la tierra.	Los átomos cambian de tamaño, color, etc.
Transmutación.	Reconocen el suelo y los minerales como productos de la descomposición pero no reconocen el agua y el dióxido de carbono.	Un átomo se transforma en otro nuevo.
Desplazamiento.	Idea de ciclo.	Los átomos se mezclan con la tierra. A los átomos se los puede comer un animal.
	Los microorganismos transforman la materia orgánica en materia inorgánica. Reconocen el agua y el CO2 como productos de la descomposición	Los átomos reaccionan formando nuevas moléculas

En relación a los niveles de progresión de la conservación de la materia, Hadenfeldt y Neumann (2014) señalan cinco etapas:

Nivel 1. Desaparición. Los estudiantes no hacen referencia a la conservación de la masa. No tienen percepción de partícula. Las substancias pueden desaparecer en los cambios físicos y químicos.

Nivel 2. Los estudiantes consideran que las substancias no pueden desaparecer e indican que el número de partículas permanecen constantes en los cambios físicos y químicos.

Consideran que la masa de una substancia depende del estado de agregación.

Nivel 3. Los estudiantes son capaces de utilizar el principio de conservación de la materia de una forma científicamente correcta.

Nivel 4. Los estudiantes son capaces de utilizar el concepto de conservación de energía en un cambio químico y usan sus conocimientos sobre los diferentes enlaces e interacciones.

Nivel 5. Los estudiantes son capaces de utilizar conceptos de materia y energía para describir la conservación por ejemplo incluyendo leyes de la termodinámica en sus explicaciones.

6.3. Objetivo y preguntas de investigación

En este capítulo tratamos de responder a las preguntas de investigación que derivan en el Objetivo 2 de esta Tesis es: "Conocer los modelos que utilizan los estudiantes Sordos para explicar la transformación de la materia y la progresión de su aprendizaje".

Este objetivo se concreta en tres preguntas de investigación:

- ¿Qué modelos utilizan los estudiantes Sordos para explicar la transformación de la materia?
- ¿Son estos modelos iguales o diferentes a los de los alumnos oyentes?
- ¿Se corresponde la progresión de aprendizajes sobre la materia y sus transformaciones con la que se describe en la literatura para los alumnos oyentes?

6.4. Metodología general

Para facilitar la lectura y comprensión de los tres estudios de casos que conforman este estudio de casos múltiples, hemos agrupado los apartados metodológicos comunes y, una vez descritos, analizaremos cada uno individualmente en sus respectivos apartados.

6.4.1. Selección de los centros y alumnado participante

El proceso de selección de los centros y alumnos ya se ha señalado en el apartado 4.3. del Capítulo 4 de esta Tesis.

6.4.2. Selección del tema y del nivel educativo en el que desarrollamos el estudio de caso

La investigación sobre Didáctica de las Ciencias con alumnado Sordo en Primaria y Secundaria es un área inédita en nuestro país, por lo que, a la hora de seleccionar el tema de investigación, nos decantamos por la materia y sus transformaciones, por varias razones que justificamos a continuación.

Las razones que nos han llevado a seleccionar este tema se resumen en la Figura 6-5.

- El reconocimiento de la materia y sus transformaciones y del concepto de sustancia es fundamental para comprender la Química (Furió et al., 2000; Jhonson, 2005).
- Por ser uno de los objetivos educativos del currículo escolar de la enseñanza obligatoria de todos los países desarrollados.
- Por el poder explicativo y predictivo de la teoría de partículas para explicar fenómenos de la vida cotidiana (Litch et al, 1990).
- Porque permite trabajar con modelos, permitiendo al alumno desarrollar actividades próximas a la actividad científica (Seré, 1990).
- Por su influencia en procesos relacionados con la Química, la Biología y la educación ambiental (Pozo et al., 1991; Helldén, 1990; Helldén; 1995).
- Por ser imprescindible para entender la ciencia actual (Nussbaum, 1989).
- Constituye un importante cuerpo de investigación en la Didáctica de las Ciencias, lo que nos permite contar con una sólida fundamentación didáctica para poder extrapolar sus resultados en la enseñanza de estudiantes Sordos .

Figura 6-5: Justificación de la selección del tema de estudio

Respecto al nivel educativo, hemos seleccionado tres niveles distintos: el último ciclo de Primaria, el primer ciclo de la ESO y el último curso de un módulo de Formación Profesional, con el fin de que nos permitiese explorar la progresión de la comprensión conceptual sobre la materia y sus transformaciones a lo largo de la escolarización obligatoria.

6.4.3. Relación con el currículo.

Reconocer la materia y sus transformaciones es un requisito indispensable para iniciarse en el campo de la Química (Furió et al., 2006).

La Unión Europea estableció en el año 2006 la "Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo sobre competencias clave para el aprendizaje permanente" en la que se establecen las ocho competencias básicas para el aprendizaje permanente. Entre ellas, la competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología.

El currículo establecido para los niveles educativos de los estudiantes que participaron en esta investigación está regulado por la LOE (Decreto 130/2007, Xunta de Galicia).

La LOE define la competencia de conocimiento e interacción con el mundo físico como:

"La habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de tal modo que se posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias, y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas, y del resto de los seres vivos" (Real Decreto 1631/2006).

En el desarrollo de las actividades con las que trabajamos se buscó el desarrollo de algunas de las dimensiones de la competencia científica así definida. La 6-13 muestra las competencias científicas trabajadas con las actividades desarrolladas.

Tabla 6 -13: Competencias científicas trabajadas con las actividades desarrolladas

Dimensión de la competencia científica
Explicación científica de fenómenos
Aplicar los conocimientos de la ciencia a una situación determinada. Describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios. Identificar, utilizar y construir modelos de explicación y representaciones. Reconocer descripciones, explicaciones y predicciones científicas.
Utilización de pruebas científicas
Interpretar datos y elaborar y comunicar conclusiones. Argumentar en pro y en contra de las conclusiones e identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos de obtención de las mismas.

**Nota: Adaptación del informe PISA 2015 (OCDE, 2015) y del MEC.*

Tomando como referencia el currículo oficial, en las actividades planteadas en este estudio se trabajan los contenidos correspondientes al Bloque 6 del área de Coñecemento do Medio "Materia e Enerxía" del 2º ciclo de Primaria. Concretamente los temas "Ideas básicas de materia e enerxía. Materiais naturais e materiais artificiais" (4º de Primaria) y "Aproximación á idea de materia e aos estados da materia." (5º Primaria) y al Bloque 1 y 2 de Ciencias da Natureza en 2º de ESO ("O mundo material" y "Materia e enerxía").

6.4.4. Toma de datos y validación de la toma de datos.

Se recogieron cuatro tipos de datos:

1-Respuestas de los alumnos a los cuestionarios escritos.

2- Entrevistas personales a los alumnos de Primaria Sordos del centro A y D.

2- Anotaciones de la investigadora durante y después de las secuencias de aula,

3- Grabación en vídeo de las experiencias.

La secuencialidad de las pruebas se formuló atendiendo a la disponibilidad del alumnado, de los profesores colaboradores y al horario del centro.

En total se realizaron dos sesiones de 50 minutos en el Centro Piloto, una sesión en el Centro A (entrevista de 20 minutos a los alumnos Sordos), dos sesiones de 65 minutos en el centro B, tres sesiones de 60 minutos en el centro C, y tres sesiones de 50 minutos en el centro D (ver Figura 6-6).

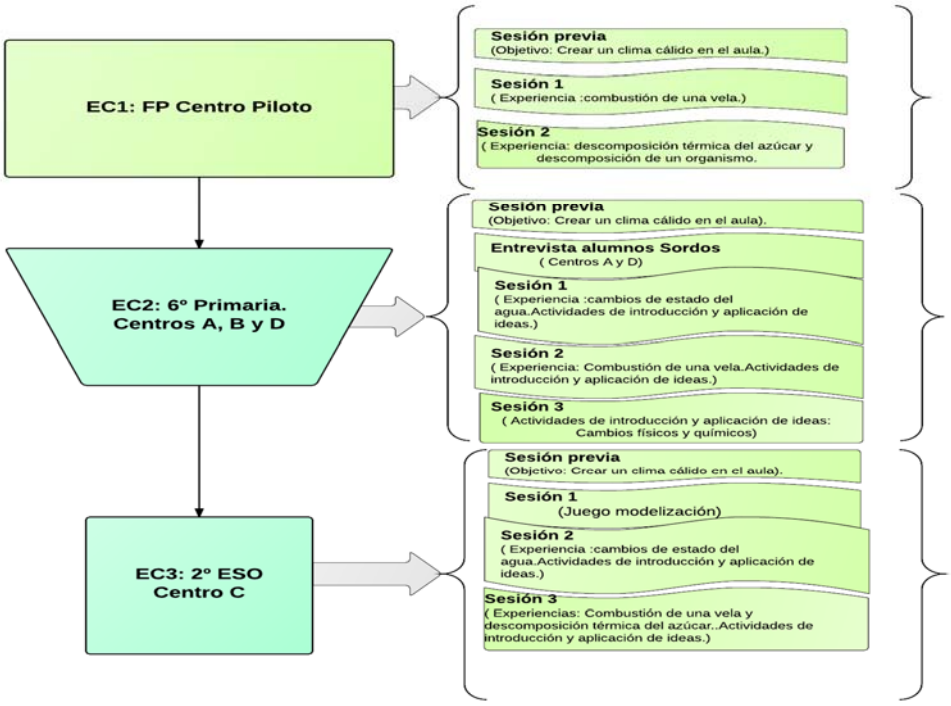


Figura 6-6: Secuencia de toma de datos

Para la recogida de datos de las intervenciones de los alumnos se grabaron en vídeo todas las sesiones excepto las del centro D por no disponer de autorizaciones, para registrar las intervenciones de los estudiantes y atender a las características visuales de la LSE.

La grabación en vídeo nos permitió recoger aspectos gestuales y corporales de los estudiantes en sus intervenciones y analizar posteriormente las intervenciones en LSE.

En la sala de aula estaban la profesora, la investigadora y los intérpretes y compañeros oyentes. Las entrevistas se grabaron en audio y en presencia de un intérprete.

En la redacción de los cuestionarios se utilizó un lenguaje claro, sencillo y concreto para atender a las habilidades lecto-escritoras de los estudiantes Sordos, con apoyo de recursos visuales.

Una vez redactados, se consensuaron con las profesoras y las intérpretes educativas.

Hemos utilizado la técnica tipo POE (White 1988; Palmer,1995; Kala, Yaman y Ayas, 2013) para identificar los conocimientos y la comprensión de los conceptos científicos por parte de las y los estudiantes Sordos.

Los cuestionarios versaban sobre los cambios de estado del agua, la combustión de una vela, la descomposición térmica del azúcar y la descomposición de la materia.

La estructura de los cuestionarios se corresponde con la de la técnica POE (Predecir, Observar, Explicar). Se trata de una técnica donde se les muestra a los estudiantes una situación, se les invita a predecir lo que ocurrirá después de un cambio y esa predicción debe reconciliarse con lo que se ha observado. Uno de los motivos de la elección de esta técnica ha sido que se apoya en una experiencia directa visual. Otra razón que nos animó a utilizar esta técnica en el contexto de la investigación es porque involucra la modelización y argumentación de los alumnos. Así, el objetivo de las actividades POE es crear una "disonancia cognitiva" entre lo que piensan que va a suceder y lo que sucede y, de este modo, los estudiantes tienen que:

a. Articular y/o justificar sus modelos mentales.
b. Reflexionar sobre la viabilidad de los modelos de otros estudiantes.
c. Reflexionar críticamente sobre sus propios modelos.
d. Construir y/o negociar con sus compañeros los modelos que expliquen lo que han observado.

Todos los cuestionarios seguían una misma estructura: Incorporaban tres preguntas donde los estudiantes hacían una predicción (P) individual de lo que va a suceder, justificando su razonamiento en el cuestionario. En un segundo paso, los alumnos observaban (O) lo sucedido y plasmaban sus observaciones en el papel; y en la tercera pregunta explican (E) lo que había sucedido y lo justifican individualmente. En cada una de las preguntas se añadía un sub-apartado en el que se les indicaba que respondieran a las preguntas de cómo se lo explicarían a un hermano pequeño, y cómo lo explicarían si fuesen un científico. Estas preguntas se repiten para cada una de las predicciones, observaciones y explicaciones. Por último, se les pide que discutan sus opiniones en el grupo.

Respecto a la validación de los cuestionarios, antes de su redacción final, se presentaron por escrito las pautas de ejecución de las tareas a una intérprete experimentada en LSE. La

intérprete signó las preguntas y la presentación a la entrevistadora (competente en LSE) y ésta, a su vez, interpretó en lengua oral el mensaje recibido por el intérprete.

Este procedimiento hizo posible probar si la afirmación inicial había cambiado el contenido o estructura de la interpretación de lengua oral a LSE y viceversa.

En el desarrollo de las experiencias en el aula, las pautas para la realización de la prueba se presentaron por escrito, y una intérprete experimentada las explicó por si existiese alguna duda sobre su ejecución.

Somos conscientes de que la necesidad de utilizar un servicio de interpretación supone un filtro a través de una tercera persona, pero elimina el riesgo de bloqueo de la comunicación en el transcurso de la experiencia, y disminuye la posibilidad de que la información transmitida y recibida por la entrevistadora no sea completa. Esperamos que este método de doble filtrado reduzca el riesgo de llegar a conclusiones no justificadas.

Los cuestionarios también fueron validados por los profesores.

Para facilitar la lectura, hemos dividido este estudio en tres partes en los que detallamos el contexto, las características de los participantes, descripción de la experiencia, resultados y discusión.

6.5. Estudio de caso 1: Centro piloto

En este apartado relatamos la metodología utilizada en el estudio de caso 1 (EC1) que se desarrolló en un centro que estaba llevando a cabo una experiencia piloto de inclusión educativa de alumnado Sordo. Describimos el contexto, dibujamos un perfil de los participantes, y describimos su diseño y realización para finalizar con los resultados y la discusión de la experiencia.

6.5.1. Contexto

Se trata de un centro público de Educación Secundaria, situado en una ciudad gallega, en el que se imparten en régimen diurno enseñanzas de ESO, Bachillerato Tecnológico, Módulos de Garantía Social y Formación Profesional de Grado Medio y Superior.

En el momento de realización del estudio el centro llevaba cuatro años implantando una experiencia piloto, en colaboración con los padres y educadores del antiguo Centro Específico de Sordos. El centro piloto actuaba como centro "base" en el que se impartían las asignaturas comunes y las especialidades se podían realizar en los diversos institutos de la ciudad.

La metodología de la experiencia piloto que desarrollaban en el centro se fue adaptando progresivamente a las características específicas de los alumnos Sordos, no solo en lo que se refiere a sus capacidades comunicativas, sino también a la adquisición de contenidos conceptuales de los ciclos anteriores de escolarización y a las posibles problemáticas de afectividad y adaptación social.

Las áreas de lengua gallega y extranjera necesitaban una adaptación de contenidos conceptuales, debido al retraso en la escolarización de las mismas y en el resto de las áreas las adaptaciones fueron de tipo procedimental o adaptaciones conjuntas de contenidos procedimentales y conceptuales por problemas asociados a la lectura comprensiva, dificultades de generalización y abstracción, dificultades de asumir diferentes roles y problemas de carencia de conceptos del nivel educativo anterior.

Las técnicas de evaluación incluían modificaciones temporales en las pruebas y un proceso de evaluación comprensiva del alumnado.

Con respecto al tipo de recursos en el aula se contaba con material audiovisual y una mini biblioteca.

Los grupos se disponían en abanico por las características visuales de la lengua de signos y la organización horaria se planifica de modo que los estudiantes no les quedasen huecos libres entre clases, excepto en los recreos.

6.5.2. Participantes

El número total de participantes fue de seis estudiantes, cinco mujeres y un hombre. En la primera prueba participaron tres alumnos (Bea, Marta y Alex), en la segunda participaron además Olalla, Julia e Iria. Todos los nombres son falsos para garantizar el anonimato de los participantes. El nombre respeta el sexo.

Un rasgo común para todos los alumnos participantes es que todos tienen sordera profunda prelocutiva, dominan la lengua de signos y muestran en este código mayor competencia comunicativa que en lengua española. Los seis cursaban el último curso de un ciclo medio de FP en distintas especialidades.

En la Tabla 6-14 se describen sus perfiles.

Hemos considerado oportuno reflejar la educación que han recibido anteriormente, el nivel de lecto-escritura, considerando los niveles medios del alumnado Sordo, y académico que poseen (en función de los comentarios de sus profesores), el entorno social que les rodea y en qué momento accedieron a la LSE su nivel de participación durante la experiencia; por la influencia que supone en el desarrollo personal e intelectual de este tipo de alumnos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 6-14: Perfil de los y las estudiantes participantes en la prueba piloto

Estudiante	Edad	Nivel académico	Contexto Educativo	Nivel de lecto-escritura	Competencia en LSE	Entorno familiar y social
Alex	9	Bajo.	Inclusión escolar y breve estancia en colegio específico.	Bajo.	Media.	No hay personas sordas en su familia Acceso tardío a la LSE.
Bea	0	Alto.	Inclusión escolar.	Medio.	Alta.	Familiares Sordos. Acceso temprano a la LSE
Marta	0	Medio.	Centro específico.	Medio.	Alta.	Familiares Sordos. Acceso temprano a la LSE
Julia	9	Alto.	Centro específico.	Alto.	Alta.	Familiares Sordos. Acceso temprano a la LSE
Olalla	1	Medio.	Centro específico.	Medio.	Alta.	Familiares Sordos. Acceso temprano a la LSE
Iria	0	Bajo.	Inclusión escolar.	Bajo.	Media.	No hay Personas Sordas en su familia. Acceso tardío a la LSE

Todos los alumnos participantes en este estudio llevaban dos cursos en el centro piloto.

Sus niveles de desarrollo de habilidades de lecto-escritura se corresponden directamente con el logro académico.

Respecto al entorno familiar y social en el que se han educado, parece estar directamente relacionado con el acceso temprano a un lenguaje, así tanto Bea, Marta, Julia y Olalla proceden de familias con Personas Sordas y han tenido, consecuentemente, un acceso temprano a un lenguaje, la LSE. Álex e Iria tiene familiares oyentes y han tenido acceso tardío a un lenguaje.

La edad media de los estudiantes es mayor que la habitual en este curso debido al retraso en la escolarización común a la mayoría de alumnos Sordos.

6.5.3. Toma de datos y validación en el Centro Piloto

Dos meses antes de la toma de datos, realizamos una reunión con dos profesores del centro piloto, precursores de la experiencia educativa antes citada, gracias a la colaboración de la FAXPG. Posteriormente, tuvimos una conversación en LSE con los alumnos en presencia de un profesor en el aula donde se iban a realizar las pruebas, explicándoles la importancia que tiene la investigación educativa en la educación de las Personas Sordas, cómo se iban a desarrollar las pruebas, la confidencialidad de los datos, y se les aclaró que estábamos interesados en sus opiniones *per se*, no si las respuestas eran verdaderas o erróneas.

La reacción inicial fue de escepticismo, debido a la gran cantidad de pruebas a las que se han visto sometidos estos alumnos, aunque después de realizar algunas preguntas acerca de la realización de las pruebas, parecían medianamente convencidos.

No se les informó acerca del fenómeno que iban a discutir para que no influyese en la toma de datos.

Para la toma de datos se llevaron a cabo dos sesiones de 50 minutos de duración, para las que su utilizaron dos cuestionarios y la grabación en vídeo de las sesiones con dos cámaras. Las pruebas se realizaron en el aula habitual de los alumnos Sordos. En el aula se encontraban los alumnos, una intérprete de LSE y la investigadora, y se llevaron a cabo tres experiencias.

La entrevistadora se limitó a signar para estimular la discusión entre los alumnos y a aclarar las preguntas de los estudiantes. Se situó enfrente de ellos, de forma que la disposición final resultaba en círculo, para obtener una comunicación perfecta de «los signantes» y un buen plano de vídeo. La realización de las experiencias y la discusión han sido grabadas en audio y en vídeo.

Unos minutos antes de la prueba se mantuvo una conversación informal con los participantes para establecer un contexto cómodo y relajado.

En la experiencia piloto se utilizaron dos cuestionarios “Combustión de una vela” y “Descomposición térmica del azúcar” (Anexo 4). En la última hoja del segundo cuestionario se integró una pregunta sobre qué le ocurría a un animal muerto en el bosque.

Se grabaron en vídeo todas las sesiones para registrar sus intervenciones.

6.5.4. Descripción de la experiencia y del modelo científico en que se fundamenta

Se seleccionaron tres temas: combustión de una vela (García- Rodeja et al., 1987; Driver et al., 1989; Watson et al., 1995, 1997), descomposición térmica del azúcar (García-Rodeja et al., 1987) y descomposición de un animal (Molander et al., 2001).

Combustión de una vela

En primer lugar, se les indicó que se iba a tapar una vela encendida con un vaso y se les pidió que escribiesen en el cuestionario lo que iba a ocurrir dando una explicación.

Posteriormente, la investigadora realizó la experiencia solicitando que apuntasen lo que observaban y cómo lo explicarían en diferentes contextos. Una vez cubiertos los ítems correspondientes del cuestionario, se les animó a discutir en grupo sus respuestas y a contestar en el cuestionario cómo habían cambiado sus ideas después de la discusión.

El modelo científico explica la combustión de una vela como una serie de acontecimientos en cadena. Cuando encendemos la mecha comienza a arder y el calor de la llama funde la parte superior de la cera. El combustible licuado se desplaza por capilaridad hacia arriba a través de la mecha, se vaporiza y reacciona con el oxígeno produciéndose una reacción de combustión.

La función de la mecha es la de iniciar la combustión y, gracias a la existencia de oxígeno en el aire, se produce la reacción de combustión.

La cera de parafina es un alcano ($C_{25}H_{52}$), por lo que al combustionar con el oxígeno produce CO_2 y vapor de H_2O.

Descomposición térmica del azúcar

En primer lugar, se les indicó que se iba a acercar una llama un tubo de ensayo con un poco de azúcar. Se les pidió que escribiesen lo que consideraban que iba a suceder y que lo explicaran respondiendo a las preguntas del cuestionario.

Posteriormente, se realizó la experiencia solicitando que apuntasen lo que habían observado y cómo lo explicarían utilizando diferentes contextos. Una vez cubiertas estas cuestiones se les animó de nuevo a discutir en grupo y a escribir en el cuestionario cómo habían cambiado sus ideas después de la discusión.

La sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) es un disacárido que, cuando se calienta, inicialmente se descompone en los dos monosacáridos que la forman, la glucosa y la fructosa. Conforme aumenta la temperatura, las moléculas de glucosa y fructosa empiezan a perder agua (desprendiéndose vapor de agua) y, junto con la sacarosa remanente, sufren reacciones de oxidación formando nuevos compuestos responsables del olor característico y apareciendo un líquido oscuro.

Si seguimos calentando, los vínculos entre átomos empiezan a romperse y queda como producto de la reacción carbono contaminado con otros productos de descomposición.

Descomposición de un animal.

Por último, se les pidió que respondiesen a una pregunta del cuestionario relacionada con la descomposición de un animal solicitando que la discutiesen en grupo y que respondiesen de nuevo en el cuestionario a un ítem relacionado con la forma en que se modificaron sus ideas después de la discusión.

En el proceso de descomposición de la materia orgánica intervienen procesos físicos debido a cambios de temperatura, humedad y pH, y procesos químicos en los que intervienen organismos y microorganismos.

Los microorganismos, especialmente las bacterias y los hongos, al utilizar la materia orgánica como fuente de alimento, la degradan, produciendo sustancias más simples. Como

consecuencia de lo anterior, una parte del carbono es asimilada por ellos y la otra parte se libera como CO_2. En un ecosistema una vez que los organismos productores y consumidores mueren, los organismos descomponedores transforman sus restos en sustancias inorgánicas y las liberan al medio (suelo o agua), que pasan de nuevo a los productores, cerrándose de esta forma el ciclo de la materia.

Por tanto, en la descomposición de un ser vivo, los microorganismos bacterias y hongos transforman la materia orgánica en materia inorgánica. Como en cualquier reacción química las moléculas cambian y los átomos permanecen.

6.5.6. Herramientas de análisis

Para responder a las preguntas 4 y 5 de esta investigación, es decir, para conocer los modelos que utilizan los estudiantes para explicar la transformación de la materia utilizamos dos herramientas de análisis. Para analizar los modelos de interpretación que aparecen tanto en los cuestionarios como en las discusiones de las dos primeras experiencias, nos hemos basado en las categorías que se muestran en las tablas 6-15 y 6-16. Para analizar los ítems correspondientes a la descomposición de un ser vivo se utilizan las categorías que se presentan en la Tabla 6-17.

Tabla 6-15: Categorías de análisis para las experiencias de combustión y descomposición térmica. Adaptada de Andersson (1984, 1986, 1990) y Watson, et al. (1995, 1997)

Categorías	Nivel macroscópico	Nivel microscópico
Las cosas son así, no hay nada que explicar		
Desplazamiento	La sustancia cambia de ubicación.	Los átomos y moléculas forman una mezcla, se separan, etc.
Modificación	La sustancia es la misma pero cambian algunas de sus propiedades, como la forma, el color o el olor.	Los átomos cambian de tamaño, color, etc.
Transmutación	Transmutación La sustancia se transforma en otra sustancia.	Un átomo se transforma en otro nuevo.
Reacción química	Se produce una interacción entre el reactivo o los reactivos originando un nuevo producto o nuevos productos.	Se conserva la identidad atómica, pero cambian las combinaciones de átomos.

Tabla 6-16: Clasificación de las ideas de los estudiantes sobre el papel del oxígeno en la combustión utilizando las categorías de Andersson. Elaborada a partir de Watson et al., (1995, 1997)

Modificación	Transmutación	Interacción química
-El oxígeno no participa en la combustión. -La combustión es un proceso reversible. -La llama/ fuego es una fuente de calor que provoca la modificación de la sustancia.	-No hay interacción entre la sustancia combustible y el oxígeno. -El oxígeno/aire es necesario para que la combustión tenga lugar. -El proceso es irreversible. -El proceso libera sustancias de la materia combustible. -La llama es el agente activo del cambio. -El oxígeno/aire alimenta la llama. -La materia puede transmutarse en calor y viceversa. -Una substancia puede transformase en otra.	-El aire/oxígeno y la sustancia combustible, interaccionan. -Pueden explicar cambios de energía, pero no sus causas. -La reacción es irreversible. -La llama es la evidencia de la reacción química. -La llama contiene al combustible y al oxígeno en interacción.

Tabla 6-17: Categorías de análisis para las cuestiones de la descomposición de un animal. Elaborada a partir de Andersson (1984, 1986, 1990), Helldén (1995) y Molander (2001)

Categorías	**Nivel macroscópico**	**Nivel microscópico**
Las cosas son así, no hay nada que explicar		
Desaparición	Al morir el animal desaparece.	Los átomos también se mueren y desaparecen.
Modificación	El animal se rompe en trozos (se descompone) y se mezcla con la tierra.	Los átomos cambian de tamaño, color, etc.
Transmutación	Reconocen el suelo y los minerales como productos de la descomposición pero no reconocen el agua y el dióxido de carbono.	Un átomo se transforma en otro nuevo.
Desplazamiento	Idea de ciclo.	Los átomos se mezclan con la tierra. A los átomos se los puede comer un animal.
Reacción Química	Los microorganismos transforman la materia orgánica en materia inorgánica. Reconocen el agua y el CO2 como productos de la descomposición.	Los átomos reaccionan formando nuevas moléculas.

6.5.7. Análisis de los datos

Los datos provenían de tres fuentes, los cuestionarios, las grabaciones de sus intervenciones en vídeo y las notas de campo de la investigadora.

Las respuestas eran escritas y podían acompañarlas de un dibujo. Las hemos transcrito tal y como aparecen en el cuestionario.

La transcripción de los datos no fue sencilla, al carecer la LSE de una escritura estandarizada, por su carácter espacial.

Las transcripciones de los estudiantes, incluidas en el Anexo 11 de este documento, se efectuaron literalmente a partir de las interpretaciones a lengua oral de la intérprete. Acompañan a las intervenciones algunas apreciaciones sobre el lenguaje corporal y gestual que se observaba en las grabaciones en vídeo.

Para no perder información, la investigadora también incluyó algunos de los comentarios en LSE que aparecían mientras la intérprete estaba interpretando a otros alumnos.

Para el análisis de datos dirigidos a conocer los modelos que utilizaban para explicar las transformaciones de la materia, se siguió el esquema general propuesto por Miles y Huberman (1984). En primer lugar, se separaron, identificaron y clasificaron los fragmentos más relevantes y significativos de las intervenciones de los estudiantes y, a continuación, se clasificaron adaptando las herramientas de análisis citadas a los resultados de este estudio.

6.5.8. Resultados y discusión

En este apartado se intenta dar respuesta a las preguntas 4, 5 y 6 que derivan en el Objetivo 2 de la investigación: “Conocer los modelos que utilizan los estudiantes Sordos para explicar la transformación de la materia y su progresión”.

Pregunta 1: ¿Qué modelos utilizan los estudiantes Sordos para explicar la transformación de la materia?

Pregunta 2: ¿Son estos modelos iguales o diferentes a los de los alumnos oyentes?

Pregunta 3: ¿Se corresponde la progresión de aprendizajes sobre la materia y sus transformaciones con la que se describe en la literatura para los alumnos oyentes?

En la descripción de los resultados, para cada experiencia, se presentan las respuestas de los cuestionarios escritos y se comentan eventos de las conversaciones que se producen en el grupo. En las transcripciones de las conversaciones se utilizan nombres falsos y la entrevistadora se indica por la inicial E.

6.5.8.1. Experiencia 1: Combustión de una vela

En la primera experiencia intentamos conocer en qué medida los estudiantes consideran la combustión como una reacción química, al indicar que la vela se apaga por la falta de oxígeno e identificando al menos el vapor de agua como producto de la combustión.

En el cuestionario escrito se observó inicialmente una incomprensión clara de la pregunta inicial, aun contando con el apoyo de la intérprete y con la entrevistadora que se comunicaba perfectamente con ellos en lengua de signos.

Como muestra de esta incomprensión se producen situaciones como la siguiente:

Bea: ¿Me puedes ayudar? (Dirigiéndose a la entrevistadora.)

E: Sí. Dime.

Bea: Yo escribo en primer lugar lo que creo que va a suceder en el futuro...

E: Sí, lo que crees que sucederá en el futuro. Yo enciendo la vela, la tapo con este vaso. ¿Qué ocurrirá?

Presentamos los datos obtenidos de los cuestionarios, con suficiente detalle, para mostrar las dificultades que tienen estos estudiantes en la expresión escrita y que no se corresponde con su capacidad de expresión en lengua de signos como se podrá observar más adelante.

Si prestamos únicamente atención a las respuestas del cuestionario escrito (ver Figura 6-7), podríamos concluir que solo Bea es capaz de hacer una predicción señalando que el vaso puede romper. Marta y Álex no entienden la tarea por problemas de comunicación. En relación

con las explicaciones en diferentes contextos hacen referencia a los distintos modos de explicación: "*Se lo explicaría de forma sencilla, o en lengua de signos…"* Esto ocurre en todas las experiencias excepto en la tercera; de ahí que omitamos algunos de estos datos.

Sin embargo, en las conversaciones que se mantienen mientras responden al cuestionario, Álex y Bea realizan intervenciones que ponen de manifiesto una mayor capacidad de predicción de lo que muestran los cuestionarios escritos:

Álex: Yo opino que la vela se apagará.

E.: Ah, se apagará ¿Tú opinas lo mismo? (Dirigiéndose a Bea.)

Bea: La llama se consumirá poco a poco.

En las respuestas al cuestionario escrito una vez que se realiza la experiencia, Bea señala, en la observación, que la vela se apaga, el humo y la presencia de líquido (haciendo referencia posiblemente a la condensación del agua en las paredes del vaso) y da una explicación a que se apague la vela por la ausencia de aire. Marta y Álex señalan la presencia de humo pero no dan una explicación.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

– Vamos a encender una vela y la vamos a tapar con un vaso. ¿Qué crees que ocurrirá?

Bea: Yo creo que el vaso es de color blanco y también el vaso está muy caliente se pueda romper el cristal.

Marta: Una vela encendida tapa un vaso que sea suerte para buscar trabajo.

Álex: El futuro mucha suerte «personas suerte», estudiar, trabajar, etc.

– ¿Cómo le explicarías a tu hermano pequeño lo que va a ocurrir?

Bea: Yo explico muy sencilla, como dice a mi hermana, que una vela está enciendo y pues pone el vaso está encima.

Marta: Cuando enciende la vela pero cuando yo explico a un hermano para que entiende lo que dijo.

Álex: Explica el vela que dice una suerte cosa.

– ¿Cómo crees que un científico respondería a la pregunta?

Bea: Yo creo más sencilla, pero si norma.

Marta: Un hermano Sordo sabe lenguaje de signos y un científico explica a un hermano hablar un lenguaje oral pero no sabe lenguaje de signos.

Álex: El mayor distinto el menor.

– ¿Qué has observado? ¿Cómo lo explicarías?

Bea: Al final, vela está apagado y el vaso está dentro humo, pero algo poquito toca líquido. Vela está apagado porque no hay zona libre o aire entonces ya apago.

Marta: Cuando una vela tapa con un vaso pero que está apagado y también sale un humo en un vaso. Cuando la vela está apagada y pone el vaso que no sale el aire, pero cuando la vela no pone la vela con un vaso para que sale aire para oler.

Alex: Encendemos la vela y la tapamos con un vaso después apagamos la vela y humo poco.

– ¿Cómo le explicarías a tu hermano pequeño lo que ha ocurrido?

Bea: Yo explico sencillo vela está apagado porque la zona no hay aire.

Marta: El científico explica a una hermana como enseña la vela y tapa el vaso.

Álex: Apaga la vela motivo tapa el vaso.

– ¿Cómo crees que un científico respondería a la pregunta?

Bea: Un científico cree si razón con nosotros porque es no hay aire.

Marta: Un científico mira a los tres hermanos como se enseña y les ayuda a las tres personas.

Álex: Él tiene un profesional.

– Puedes anotar cómo han cambiado tus ideas después de la discusión.

Bea: Algo si poquito cambia vela está apagado porque vela no está aire y dentro está humo pues vela está apagado

Marta: Yo estoy de acuerdo lo que dice la compañera cuando la vela está apagado por motivo está agotado por tapar un vaso y cuando la vela está encendida no tapa un vaso pues que no está agotado.

Álex: Poco tiempo. El humo después apaga la vela.

Figura 6-7: Experiencia 1: Combustión de una vela. Respuestas escritas (EC1)

Si prestamos atención a las conversaciones que se producen al realizar esta tarea, observamos que también les ha llamado la atención el líquido que se condensa en las paredes del vaso, aunque no la identifican como agua:

Marta: La vela se apagó.

Álex: Sí, se apagó…

E: ¿Solo observasteis que se apagó?

Bea: Bueno también varió el color…

Álex: Sí, había humo dentro en poca cantidad…

Álex: Hay algo de humedad, un poco de humedad.

E: ¿Y, de dónde sale este líquido?

Álex: Por la llama que da algo de humedad al vaso, la llama estaba caliente y salió humedad.

La última intervención de Álex podría ser clasificada dentro de la categoría de transmutación de la energía a una nueva sustancia (Andersson, 1990).

Quedan, patentes, en todas las respuestas, los graves problemas de expresión escrita y de comprensión lectora de estos alumnos, así como la dificultad de análisis de las mismas por un profesor que no tenga experiencia con alumnado Sordo.

Discusión en grupo

En las primeras intervenciones grabadas se pone de manifiesto que los estudiantes consideraban que no era necesaria ninguna explicación:

Álex: La vela se apagó porque se tenía que apagar, no existe un motivo.

E: ¿Por qué se apaga la llama?

Álex: Al soplar se apaga.

Marta: Ése no es el motivo, no soplamos.

Ante la insistencia de la entrevistadora empiezan a aparecer explicaciones que podríamos enmarcar en la categoría de transmutación:

Álex: Al no tener aire en ese espacio reducido, la vela se apaga.

E: ¿Tú opinas lo mismo, Marta?

Marta: Al estar sin aire, sin ningún aire, entonces está como ahogada, se queda sin llama. Si no la hubieses tapado con el vaso, no se apagaría.

E: ¿Tú opinas lo mimo, Bea?

Bea: Parecido, al no haber aire, al estar en un lugar sin aire, la vela se apaga. Pienso lo mismo que mis compañeros.

E: ¿Y qué opináis del humo y de la humedad?

Marta: Sí, había un líquido, pienso.

Bea: Al apagarse la llama, el humo que se desprende, al no tener por donde salir, se queda en el vaso y se convierte en líquido. Si no hubiese vaso, el líquido no aparecería, el humo se extendería por la habitación, pero al taparlo con un vaso el humo se queda ahí y se convierte en líquido.

E: ¿Estáis de acuerdo?

Álex: Sí, sí.

E: ¿Habéis observado algo más, por ejemplo, el color que decíais antes?

Bea: Sí, antes se veía como algo blanco, un color raro, luego ese color desapareció, pero no sé explicar por qué.

E: ¿Habéis anotado todo lo que habéis observado?

(Todos dicen que sí.)

Ahora, todos los participantes otorgan al aire un papel fundamental en la combustión, aunque no indican su función, ni hablan de oxígeno, ni hacen referencia a la formación de dióxido de carbono, y la presencia de humedad no la asocian al agua como un producto de la combustión.

En ningún momento apareció la idea de reacción química y, cuando se les pregunta cómo respondería un científico a la cuestión, consideran suficiente la explicación.

Ante la duda surgida entre el signo de aire y de oxígeno, todos los estudiantes aclararon que se trataba de aire. No asocian el humo al vapor de agua, pero indican que se transformará en líquido.

Es importante destacar que la discusión en LSE fue mucho más fluida y más rica en aportaciones significativas que las respuestas al cuestionario.

Después de la discusión, las respuestas al cuestionario parecen indicar que el hecho de discutir las ideas con los compañeros hizo variar el enfoque inicial, donde no era necesaria una explicación, a ideas que se pueden incluir en un modelo de transmutación de la materia (el aire se considera implicado en el proceso de combustión, el humo se convierte en líquido). Este modelo es más sofisticado que el modelo de modificación (Prieto et al., 2002) y supone una progresión en relación con la situación inicial, donde no sentían la necesidad de explicar nada.

Los estudiantes no utilizan el modelo de partículas para explicar esta primera experiencia, solo se refieren a una visión macroscópica del fenómeno observado.

En la Tabla 6-18 resumimos las respuestas de los estudiantes para la experiencia de la combustión de una vela.

Tabla 6-18: Categorización de las respuestas de los estudiantes para explicar la combustión de una vela

Categorías	Antes de la discusión	Después de la discusión
Las cosas son así, no hay nada que explicar	Bea, Marta, Alex.	
Desaparición		
Modificación		
Transmutación		
Desplazamiento		Bea, Marta, Alex.
Reacción Química		

6.5.8.2 Experiencia 2: Descomposición térmica del azúcar

En la segunda experiencia intentamos conocer en qué medida los estudiantes consideran la descomposición térmica del azúcar como una reacción química y si identifican, como se pretendía en la experiencia anterior, que está ocurriendo una reacción química.

En las respuestas al cuestionario escrito se observa que las predicciones de los estudiantes estaban encaminadas a la observación de un cambio físico (ver Figura 6-8). En el cuestionario, cuando se les pide que apunten lo que han observado y que lo expliquen, todas las respuestas se pueden enmarcar en la categoría de modificación de Andersson, y están en concordancia con las investigaciones de Mehéut y otros (1985) con alumnado oyente, sobre la atribución de un cambio de estado para algunos tipos de reacciones químicas.

– Vamos a introducir azúcar en este tubo de ensayo. Con un mechero vamos a calentar el azúcar. ¿Qué piensas que va a pasar con el azúcar?

Bea: Pues azúcar está líquido.

Iria: En cambios en caramelo.

Marta: Se quema cuando se disuelve como un caramelo.

– ¿Qué has observado? ¿Cómo lo explicarías?

Bea: Cuando enciende el fuego con ensayo con el azúcar, ya fuego muy tiempo y cambia de color amarillo y luego está líquido.

Olalla: Un largo vaso pone poco azúcar para hacer fuego que cambiar como caramelo.

Marta: Una profesora echa una azúcar en un bote de ensayo luego se calienta el fuego para convertir como un caramelo.

Julia: El azúcar se convirtió en caramelo color marrón. Pues calienta el tubo sobre la llama del mechero por eso convierte.

Figura 6-8: Experiencia 2: Descomposición térmica del azúcar. Respuestas escritas EC1

Discusión en grupo

En la discusión en grupo aparecen más características del modelo de modificación donde la sustancia cambia de un modo no definitivo, cambia el estado físico de la sustancia como el olor o el color por efecto de la llama (Watson et al., 1997; Prieto et al., 2002).

E: Ahora vamos a hacer una puesta en común.

Álex: Encendiste el fuego y cambió el color del azúcar y huele rico.

E: Otras cosas que hayáis visto.

Olalla: Explicamos lo que vimos, lo que pasó.

E: ¿Qué pasó para que el color haya cambiado?

Olalla: Al calentarse cambia. Pasa lo que tiene que pasar, no es necesaria una explicación […]

E: Sí, pero ¿qué cambia?

Olalla: Ni idea, por el fuego […]

E: Por el fuego…¿Vosotros qué opináis?

Bea: Lo mismo, nada más.

E: ¿Cómo se lo explicarías a un niño pequeño?

Olalla: De la misma manera […]

Julia: ¿Explicar el cambio del azúcar? El azúcar cuando se calienta se convierte en caramelo…

E: Y a un profesor de ciencias, si te lo preguntase, ¿cómo le contestarías?

Bea: Al calentarlo cambia, se convierte en caramelo, lo que ya explicamos aquí (Refiriéndose a la pregunta anterior) […]

E: Esta sustancia, ¿qué es? (Señalando el caramelo del tubo de ensayo.), es azúcar, ¿qué es? ¿qué ha ocurrido?

Julia: ¡Es caramelo!

Bea: Caramelo.

E: ¿Distinto del azúcar?

Olalla: Es lo mismo: caramelo y azúcar son lo mismo.

Bea: El color cambia con el calor.

Alex: Ahora el color es marrón, ha cambiado, hubo un cambio, es líquido […]

Álex: Lo que era sólido, el azúcar, pasó a líquido.

E: ¿Opináis todos lo mismo?

Todos: Sí.

Al finalizar la última prueba, la entrevistadora incidió de nuevo en esta experiencia haciendo referencia a la aparición de un líquido en las paredes del tubo de ensayo, con el objeto de estudiar la persistencia de la categoría de modificación: los alumnos seguían utilizando la idea de cambio de estado para explicar lo sucedido.

E: ¿Os acordáis que habíamos visto un líquido en las paredes del tubo? En la experiencia del azúcar ha tenido lugar una reacción química.

Julia: No, es lo mismo que cuando el hielo pasa a agua.

Mehéut y otros (1985), al categorizar las respuestas de los estudiantes oyentes sobre sustancias que se queman, también encontraron que los mismos estudiantes, para unas sustancias (madera, papel) utilizaban el modelo de transmutación indicando por ejemplo que durante el proceso la sustancia se convierte en otra; sin embargo, para otro grupo de sustancias, por ejemplo, alcohol, metales, aludían a un cambio de estado (modelo de modificación).

A la última pregunta del cuestionario sobre si habían variado sus ideas, no responden, seguramente porque la idea subyacente seguía siendo la misma.

En la Tabla 6-19 resumimos las respuestas de los estudiantes para la experiencia de la descomposición térmica del azúcar.

Tabla 6-19: Categorización de las respuestas de los alumnos para explicar la descomposición térmica del azúcar

Categorías	Antes de la discusión	Después de la discusión
Las cosas son así, no hay nada que explicar		
Desaparición		
Modificación	Olalla, Julia, Bea, Álex, Iria, Marta.	Olalla, Julia, Bea, Álex, Iria, Marta.
Transmutación		
Desplazamiento		
Reacción Química		

6.5.8.3. Experiencia 3: Descomposición de un animal

En este caso, el tema se trata únicamente a través de los ítems del cuestionario, no se hace una experiencia directa que los estudiantes puedan observar. Uno de los propósitos de esta cuestión es cerciorarse de que los estudiantes utilizan modelos explicativos atomísticos para expresar procesos biológicos fundamentales. La pregunta la formulamos como en el trabajo de Molander et al. (2001):

«Los animales están formados por átomos. Si un animal se muere en el bosque, empieza a pudrirse. ¿Qué ocurre con los átomos cuando el animal se pudre?»

La tercera experiencia se desarrolló de una manera más fluida y más participativa que las anteriores, quizá por este motivo los estudiantes no rellenaron el primer ítem del cuestionario y tampoco se les indicó que lo hiciesen para no perturbar el desarrollo de las conversaciones.

En las respuestas escritas es difícil identificar las ideas que están utilizando (Figura 6-9). Bea indica que los átomos se van a vivir a otro sitio; Iria, que los átomos salen a la tierra; Julia, que los átomos permanecen porque otros seres vivos se los comen.

- ¿Cómo explicarías a un niño pequeño lo que va a ocurrir con los átomos del animal cuando se pudra?

Bea: Yo explico a un niño debo sencilla por ejemplo cuando el animal está muerto y dentro de animal tiene átomos podrá continuar vivir otro sitio.

Iria: Que los animales cuando muere, pues el átomo es pequeño puede salir a la tierra para continuar a otros porque la tierra nunca acaba, es seguido hasta toda la vida.

Olalla: Los niños enseñan la tema átomos más claro y una profesora enseñaran la tema de átomos para los niños.

Marta: Yo explico al niño como se muere a los animales pues yo explico al niño en la casa porque yo explico muy breve como se muere a los animales y en la clase al profesor se explica profunda como se muere los animales.

Julia: Le explico que un animal muere pero el átomo no muere porque las carne cada vez desaparece por cualquier animal o otros seres vivos comen por eso el átomo todavía está.

- Si tu profesor te preguntase qué le sucede a los átomos de los que está formado un animal cuando el animal se pudre, ¿qué le responderías?

Bea: Cuando yo explico a profesor di que cuando murió el animal traslado el cuerpo de animal. Va bajo la tierra puede producir las plantas.

Iria: Que los animales mueren, pues el átomo no se ve nada. Así los animales siguen comiendo pero son inocentes hasta toda la vida.

Olalla: Me explica que dice los átomos de los que está formado el animal cuando cambia se pudre el animal.

Julia: Le explico que el átomo de los animales tienen procesos por las tierras absorben también las lluvias por eso se disuelven, otros insectos, aves, animales.

Álex: Cuando los animales mueren se pudren se convierten en otro animal pues los animales se comen que es consecuencia o proceso de los animales .Piensa implica animal muere y formado a átomos de los formado el animal continua.

Figura 6-9 : Experiencia 3: Descomposición de un animal. Respuestas escritas.

Discusión en grupo

Las primeras intervenciones señalan que no es necesaria ninguna explicación, y reflejan una transferencia del mundo macroscópico al microscópico:

E: ¿Qué ocurre con los átomos cuando el animal se muere?

Olalla: Pues que mueren y desaparecen.

Álex: Yo pienso lo mismo, que se mueren, ya que, si el animal se muere, los átomos también.

Marta: Yo pienso lo mismo.

Una intervención de Bea crea una diferencia, hace que los estudiantes reflexionen sobre sus respuestas y comiencen a utilizar la idea de ciclo como modelo de explicación:

Bea: Yo no estoy de acuerdo, es un ciclo: los átomos no desaparecen, a lo mejor se van a la tierra, o a otra cosa que puede nacer, o algún bicho que está ahí, un insecto o algo.

E: ¿Queréis discutirlo?

Olalla: ¿Qué quieres que te explique? Yo tengo que verlo en la realidad, yo nunca tuve esa experiencia (Con gesto de que está perdiendo el tiempo.) […]

E: Bueno, si un animal se muere y se descompone, puedo pensar diferentes cosas, por ejemplo, que el animal desaparece, que se produce un cambio… como habéis dicho. Estoy segura de que en clase de ciencias os hablaron de este tema.

Olalla: No, no, yo de este tema no sé nada, no me explicaron nada del átomo aquí.

Bea: Hombre; la palabra átomo si la conocemos, está dentro de la Química ¿no?, ¿O dentro de la biología?

En un primer momento Olalla y Álex proyectaron las propiedades del ser vivo macroscópico a los átomos y consideraron estas entidades animadas, al morir los animales, los átomos también mueren. Marta opinó lo mismo. Bea no estuvo de acuerdo e introdujo la idea de ciclo y de conservación de la materia. Olalla señaló un aspecto importante de carácter epistemológico, al no hacer una distinción entre modelo y observación, no le encuentra sentido a explicar nada, ya que ella no ha tenido esa experiencia. En la siguiente intervención, Olalla señaló otro problema relacionado con la falta de interacción de conocimientos en distintos dominios.

Ahora la entrevistadora intenta situarlos en distintos contextos:

E: En el tema de la descomposición de un animal, si tuvieses que explicárselo a un niño, ¿cómo lo haríais?

Bea: De la misma manera que antes… Un átomo es algo muy pequeño. Cuando el animal se muere, los átomos se van a la tierra y sufren transformaciones. En clase habría que explicarlo con más profundidad

E: ¿Y cómo lo explicamos en clase?

Bea: Pues no lo sé, el animal murió y dentro tiene unas cosas pequeñitas que son los átomos, se van del animal y sufren transformaciones en la tierra, por ejemplo. No sé decirte nada más.

E: ¿Podéis explicarlo cada uno de vosotros? Por ejemplo, Iria.

Iria: ¿Yo? Bueno, es un poco difícil; a los niños hay que estimularlos en este tema. Un animal murió y tiene átomos que son unas cosas muy pequeñitas, especiales, que luego saltan y se van a otro sitio y se expanden por la zona, sufren un proceso que siguen viviendo de otra forma […]

Olalla: Yo lo explicaría igual.

E: Pero antes habías dicho que desaparecía…

Olalla: Es verdad, pero he pensado que sí, que a lo mejor lo atrapa la tierra y vive de otra forma, o que un animal se lo come, o se va para otro lado.

En estos extractos se ve claramente que Iria, Julia y Olalla adoptan la idea de Bea de conservación del átomo, pero, al proyectar las propiedades macroscópicas a los átomos y en este caso al tratarse de la descomposición de un ser vivo, dan también interpretaciones animistas. En el siguiente extracto, Álex cambia de opinión y considera que los átomos siguen vivos.

E: Tú piensa que estamos en un contexto en que soy tu profesora de ciencias y te pregunto. Explícame lo que ocurre con los átomos cuando el animal muere.

Álex: Los átomos continúan viviendo, aunque el animal muera y desaparezca, pero los átomos no los vemos, continúan viviendo otra vida. No los ves, pero sabes que el proceso continúa, que los átomos se van a otro lado y siguen vivos.

A medida que se desarrolla la conversación se dan diferentes interpretaciones utilizando la idea de ciclo y mezclando aspectos macroscópicos y microscópicos.

Bea: Yo no tengo mucha idea del tema. Yo a un profesor le explicaría: bueno ahí están los átomos en la carne del animal, el animal se pudre, todo lo que se pudre se fusiona con la tierra, a lo mejor después nace un árbol, es un ciclo...

Alex: Yo opino lo mismo.

Olalla: Lo mismo que Bea […]

Iria: El animal se muere, los átomos no se van, pero evolucionan, pues, como decía antes un animal, los comería, entrarían dentro de ese animal… y así siguen evolucionando.

E: Julia, ¿cómo lo explicarías tú?

Julia: Lo mismo que decía antes. Más claro que lo que Bea lo explicó no se puede explicar.

E: Es que yo quiero que lo expliques tú. Bea lo explica a su manera.

Julia: Bueno, el animal se muere, con el paso de los días se va pudriendo, esto es un proceso, después se va uniendo a las plantas y a los substratos del suelo y no puedo explicarte con más detalle cuál es el proceso que tiene lugar.

En un principio, la idea que estructura las conversaciones la pondríamos en la categoría de desaparición tanto a nivel macroscópico como microscópico (el animal se muere y desaparecen, entonces los átomos también). Bea crea una diferencia, al indicar que no está de acuerdo, que los átomos no desaparecen, e introduce el término ciclo e ideas que podríamos incluir en un modelo de desplazamiento (se van a otra cosa, a la tierra, a algún bicho…).

En otras intervenciones, ante la insistencia de la entrevistadora, introduce la idea de que los átomos pueden sufrir transformaciones. Iria imagina que los átomos saltan, se expanden.

Olalla está de acuerdo con la nueva idea y es consciente de que ha cambiado de opinión. Después introduce un nuevo aspecto, a lo mejor lo atrapa la tierra, o un animal se lo come.

Otro aspecto interesante es que no diferencian los niveles macroscópicos y microscópicos en sus explicaciones; así, además de transferir características de un ser vivo al átomo (los átomos saltan, viven), en la misma explicación, un átomo (nivel micro) puede ser comido por un animal o fundirse con la tierra (nivel macro).

La idea de ciclo que se expresa aquí tendría relación únicamente entre el animal, la tierra y otros seres vivos. En este ciclo, los átomos sufren desplazamientos bien porque se funden con la tierra, se expanden a otros lugares o son comidos por otros seres vivos. El ciclo se establece entre la tierra, las plantas y los animales. No dan ningún papel a los microorganismos.

Consideramos importante resaltar diversos aspectos que aparecieron durante el desarrollo de las conversaciones. Los comentarios de Álex y de Bea ponen de manifiesto un rechazo hacia las disciplinas científicas:

Bea: No lo sé, la verdad es que la química no ha sido nunca mi vocación. ¡Qué horror, no me gustaba nada!

En numerosas secuencias se hace explícita la frontera entre la ciencia escolar y la experiencia cotidiana:

Alex: Yo pienso que a un niño habría que explicárselo más fácilmente, con una estructura adaptada a ellos, y a un profesor, pues le contaría más el «chape» la teoría y todo eso, meterme en más rollo, con palabras más técnicas.

En la Tabla 6-20 resumimos las respuestas de los estudiantes para la experiencia de la descomposición de un animal.

Tabla 6-20: Categorización de las respuestas de los estudiantes a las preguntas sobre la descomposición de un animal

Categorías	Antes de la discusión	Después de la discusión
Las cosas son así, no hay nada que explicar	Marta, Olalla.	
Desaparición	Alex, Olalla, Julia.	
Modificación		
Transmutación		
Desplazamiento	Bea, Iria, Olalla.	Alex, Bea, Iria, Olalla Julia.
Reacción Química		

Como síntesis de las tres experiencias señalar que en la primera experiencia inicialmente todos los alumnos dan respuestas descriptivas y no ven la necesidad de una explicación. Después de la discusión, variaron el enfoque inicial, donde no era necesaria una explicación, a ideas que se pueden incluir en un modelo de transmutación de la materia (el aire se considera implicado en el proceso de combustión, el humo se convierte en líquido). Este modelo es más sofisticado que el modelo de modificación (Prieto et al., 2002) y supone una progresión en relación con la situación inicial, donde no sentían la necesidad de explicar nada.

En la segunda experiencia, la descomposición térmica del azúcar, todos los alumnos utilizan la categoría de modificación, excepto Olalla que alegó que no había nada que explicar, pero que cambió de opinión ante las argumentaciones de Julia y de Bea. Todas las respuestas pueden enmarcarse en la categoría de modificación de Andersson, y están en concordancia con las investigaciones de Mehéut et al. (1985) sobre la atribución de un cambio de estado para algunos tipos de reacciones químicas. En la discusión en grupo aparecen más características del modelo de modificación donde la sustancia cambia de un modo no definitivo, cambia el estado físico de la sustancia como el olor o el color por efecto de la llama. Parece que el modelo que utilizan depende de la situación que tienen que analizar y en este caso la descomposición térmica del azúcar lo consideran una modificación, donde la substancia sigue siendo la misma, haciendo referencia a que es lo mismo que un cambio de estado (modelo de modificación).

En la experiencia de la descomposición de un animal muerto en el bosque, los estudiantes utilizan la categoría de desplazamiento o desaparición. A través de la interacción con sus compañeros, Olalla reflexiona sobre la categoría que utilizó inicialmente, desaparición y su razonamiento evoluciona hasta la categoría de desplazamiento. Una estudiante crea una diferencia (Ogborn et al., 1998) e introduce la idea de ciclo, estas ideas son asumidas por los demás estudiantes. La transferencia de lo macroscópico a lo microscópico provoca en esta caso ideas animistas sobre el átomo y no diferencian los niveles macro y micro de modo que los mezclan en una misma explicación. La idea de ciclo que se expresa aquí tendría relación únicamente entre el animal, la tierra y otros seres vivos. En este ciclo, los átomos sufren desplazamientos (entre el suelo, las plantas y los animales), bien porque se funden con la tierra, se expanden a otros lugares o son comidos por otros seres vivos.

Por tanto, no parece que utilicen un solo modelo explicativo para explicar todos los fenómenos. En sus razonamientos utilizan visiones macroscópicas y microscópicas de la materia, así aunque citan los átomos, les otorgan propiedades macroscópicas.

A partir de sus intervenciones aparece una visión de la ciencia como un conjunto de saberes no relacionados entre sí y que tiene poco que ofrecerles para explicar la realidad que los rodea.

A tenor de los resultados, parece evidente que el hecho de "signar juntos" a la hora de buscar explicaciones a la transformación de la materia, favorece la evolución de modelos desde la categoría "No hay nada que explicar" hasta otros modelos más elaborados, en concordancia con los resultados de las investigaciones de (Stern et al. 2008; Treagust et al. 2002; Justi y Gilbert, 2002) que sugieren que los modelos de los estudiantes evolucionan hacia modelos más sofisticados cuando se les da la posibilidad de argumentar sobre ellos con otros compañeros.

Sin embargo, el hecho de que solo Julia y Bea hayan ido reelaborando sus modelos pero sin utilizar la categoría de "Interacción química", parece indicar que además de la elaboración entre iguales del conocimiento, se necesitan otras estrategias que desarrollen la capacidad de utilizar el modelo de interacción química en situaciones cotidianas.

En la Tabla 6-21 resumimos las respuestas de los estudiantes para la experiencia de la descomposición de un animal los modelos utilizados por los estudiantes para explicar cada una

de las tres experiencias llevadas a cabo en el centro piloto antes y después de la discusión en grupo.

Tabla 6-21: Evolución de las categorías de las explicaciones de los estudiantes para cada experiencia, antes y después de la discusión en grupo.

	Combustión de una vela		Descomposición térmica del azúcar		Descomposición de la materia	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Alex	Descriptiva	Transmutación	Modificación	Modificación	Desaparición	Desplaza-miento
Bea	Descriptiva	Transmutación	Modificación	Modificación	Desplazamiento. Introduce la idea de Ciclo	Desplaza-miento
Introduce la idea de Ciclo						
Julia			Modificación	Modificación	Desaparición	Desplaza-miento
Introduce la idea de Ciclo						
Marta	Descriptiva	Transmutación	Modificación	Modificación	Descriptivas	
Olalla			Modificación	Modificación	Descriptivas Desaparición	
Desplazamiento	Desplaza-miento					
Iria			Modificación	Modificación	Desplazamiento	Desplaza-miento

6.6. Estudio de Caso 2: 6º de Educación Primaria

A partir del análisis y discusión de los resultados obtenidos en la experiencia piloto, se decidió llevar a cabo un segundo estudio de caso.

En esta ocasión incorporamos algunas modificaciones en el diseño del proyecto que resumimos en cuatro puntos:

1. Tomamos especial cuidado en la elaboración de los cuestionarios y entrevistas en lápiz y papel, incorporando organizadores gráficos, un lenguaje escrito más accesible y con preguntas que no diesen cabida a la ambigüedad, así como elementos gráficos que ayudasen a la comprensión del texto por parte de todos los alumnos.
2. Se diseñaron una serie de secuencias didácticas que incidían en el modelo de partículas, un tema que ya habían trabajado en 6º de Primaria y en cursos anteriores.

También se incorporaron en los cuestionarios preguntas que los situasen en una visión microscópica de la materia y sus transformaciones.

3. Incluimos los cambios de estado de la materia como objeto de análisis.
4. Aumentamos el tiempo dedicado a las sesiones experimentales.

6.6.1. Contexto

Participaron en el estudio dos clases de sexto de Primaria, una del centro B (en Escolarización Combinada con el centro A) y otra del centro D. En total participaron cuatro alumnos Sordos.

6.6.1.1. Centro A

El centro A se encuentra ubicado en una ciudad gallega. Se trata de un centro de Educación Especial de referencia en la educación de los niños Sordos y es un centro de recursos para Problemas de Audición y Lenguaje. Integra la LSE y todos aquellos recursos que faciliten los procesos comunicativos con los estudiantes Sordos.

Desde hace unos años, tiene una veintena de alumnos Sordos en un programa de Escolarización Combinada con los centros B (Primaria) y C (Secundaria) y otros centros de la ciudad que tienen alumnado Sordo en aula inclusiva. Así, los niños de Primaria acuden a algunas clases en el centro B, y después continúan su escolarización en la ESO en el centro C, con la presencia de un intérprete en los casos de sordera profunda. Cuenta con profesoras de apoyo que acompañan a los niños a las clases del colegio B para determinadas asignaturas, entre ellas las ciencias y dispone de servicios audiométricos, otorrinolaringológico y servicio psicológico. Los alumnos que acuden al centro se forman también en habilidades orales y lectura labial.

El centro A imparte clases de apoyo con una media de 3-5 alumnos Sordos por aula y atiende a otro tipo de alumnado con problemas de comunicación. El apoyo va disminuyendo progresivamente en función de la evolución de cada alumno. En el primer ciclo de Primaria el

apoyo es curricular y en el 2º ciclo inciden en la metodología (elaboración de esquemas, comentarios de textos, etc.).

En este momento han planteado que en los centros de Secundaria se cuente, en comisión de servicios, con un profesor de apoyo especialista, con conocimientos uno en el ámbito científico y otro para el ámbito lingüístico y de humanidades.

Contacta habitualmente con la Federación de Xordos do País Galego y la mayoría de los profesionales de su centro dominan la LSE.

Dispone de una amplia variedad de recursos para atender a las características del alumnado Sordo y sus profesores tienen una amplia experiencia y formación en la enseñanza a estudiantes Sordos. Además, desarrolla muchas actividades con el AMPA del colegio y con antiguos alumnos.

6.6.1.2. Centro B

Se trata de un CEIP de una ciudad gallega que acoge a niños Sordos en Escolarización Combinada del colegio A. Es un centro público adscrito al Plan Abalar.

Sus instalaciones se comunican con el centro A para facilitar el acceso de los alumnos en Escolarización Combinada.

El nivel socioeconómico de las familias del alumnado del centro B es bajo y tiene un alto porcentaje de alumnado inmigrante y de colectivos desfavorecidos.

Cuenta con profesorado muy activo y participan en muchas actividades culturales con el ayuntamiento de la ciudad. Los profesores que tienen alumnos Sordos en sus aulas colaboran estrechamente con los expertos del centro A.

6.6.1.3 Centro D

Se trata de un CEIP de referencia para la inclusión del alumnado Sordo en Galicia. Se encuentra en una ciudad gallega. Es un centro plurilingüe, español, gallego y LSE. La LSE se

imparte como asignatura para todos los estudiantes desde los 3 a los 12 años y es la disciplina de libre configuración en 4º y 6º de Primaria (LOMCE). Además, el profesorado puede asistir a clase de LSE una hora a la semana, así como las familias.

La LSE está presente en el día a día del centro, así como en los proyectos de centro, festivales, patios, etc. Todo el centro está señalizado en castellano, gallego y LSE.

Es un centro de referencia para atender a las características del alumnado Sordo y sus profesores tienen una amplia experiencia y formación en la enseñanza a estudiantes Sordos. En la actualidad, cuenta con veinte alumnos Sordos, seis profesores de Audición y Lenguaje y tres intérpretes que trabajan colaborativamente.

Desde el curso 2011-2012 participa en un proyecto europeo de Portafolio de Lenguas, siendo el primer centro que participa en este programa con la LSE como lengua. Los profesores participantes en el proyecto, elaboran recursos, lo difunden en otros centros educativos a través de charlas, congresos, blog de aula, etc.

Hay que destacar el alto grado de colaboración entre intérpretes y profesores en este centro.

El entorno socioeconómico de los alumnos (Sordos y oyentes) del centro es medio-bajo y cuenta con un alto porcentaje de alumnado inmigrante en sus aulas y cuenta con personal no docente Sordo.

6.6.2 Participantes

En esta experiencia participaron cuatro alumnos Sordos, dos del centro A y dos del centro D que estaban cursando 6º de Educación Primaria. Los dos alumnos Sordos del centro A, son Sordos profundos prelocutivos y tienen 14 años, una edad dos años superior a la de los alumnos oyentes, pero habitual en la escolarización de los alumnos Sordos que tienen que dedicar una gran parte de su tiempo a reforzar sus competencias comunicativas. Ambos tienen un implante coclear y están en un contexto educativo de Escolarización Combinada. Es decir, son alumnos del centro A, pero acuden a algunas asignaturas, en función de su desarrollo académico, en el centro B con compañeros y compañeras oyentes. Concretamente, Nacho acude a las aulas de

Conocimiento del Medio, Inglés, Plástica, Música y Educación Física y Pedro a Inglés, Música, Plástica y Educación Física.

Pedro tiene un implante coclear y tuvo un acceso tardío a un lenguaje, tanto por la inserción tardía del implante (a los 3 años), como por un deficitario proceso de rehabilitación al vivir en una zona rural donde el acceso a la misma era difícil. Sin embargo, Nacho fue implantado con 18 meses y su proceso de rehabilitación fue exhaustivo por lo que su nivel de comunicación ha sido mucho mayor que el de Pedro. Esto parece haber tenido consecuencias favorables en su rendimiento académico y habilidades de lecto-escritura que son altas, frente a las de Pedro que sus profesores catalogan como inferior a la media en el alumnado Sordo.

Los dos son competentes en LSE (Nacho más que Pedro) y no tienen familiares Sordos.

Mientras que Nacho siempre ha acudido al centro A, especializado en educación de Sordos, Juan ingresó en el centro con 7 años. Hasta esa fecha había acudido a una escuela unitaria pero sin acceso a ningún tipo de lenguaje.

Los estudiantes del centro D, sin embargo, representan dos perfiles muy diferenciados.

María tiene 16 años, es Sorda profunda prelocutiva y no tuvo acceso a un lenguaje hasta los 13 años. Llegó al centro D hace tres años y ha aprendido LSE, en el que tiene una competencia comunicativa media-baja. Necesita de un intérprete para comunicarse. Su rendimiento escolar es muy bajo y sus habilidades lecto-escritoras se corresponden con el de una niña de 5 años, según sus profesores de Audición y Lenguaje.

Alberto es un niño hipoacúsico de 13 años, utiliza audífonos y se comunica perfectamente en lengua oral pero no en LSE. Su rendimiento escolar es medio y siempre ha estado en inclusión escolar. Sus habilidades lecto-escritoras son buenas.

Tanto María como Alberto están en escolarización inclusiva con alumnos oyentes.

En la Tabla 6-22 se describen los perfiles de cada participante.

Tabla 6-22: Perfil de los alumnos participantes de los centros A, B y D

Alumno/a	Nacho	Pedro	María	Alberto
Centro	A y B	A y B	D	D
Edad	214	14	16	13
Nivel académico	Medio-Alto	Bajo	Muy bajo	Medio
Contexto educativo	Escolarizado desde los 3 años en el centro A y escolarización combinada en el B.	Escolarización tardía en el centro A (7 años) y en escolarización combinada en el centro B. No tuvo acceso a un lenguaje hasta la escolarización en el centro A.	Inclusión educativa en el centro D a los 13 años. No tuvo acceso a un lenguaje hasta esa edad.	Inclusión en el centro D desde los 3 años.
Habilidad lecto-escritora	Alta.	Baja.	Muy baja.	Alta.
Competencia en LSE	Alta.	Media.	Media-Baja.	No utiliza la LSE.
Contexto familiar y social	Padres colaborativos. No tiene familiares Sordos.	Familia colaborativa. No tiene familiares Sordos.	Familia en riesgo de exclusión social.	Familia colaborativa y reticente a pertenecer a la Comunidad Sorda.
Tipo de sordera	Sordo profundo prelocutivo. Implante coclear desde los 18 meses. Intenso trabajo de rehabilitación desde los 3 años.	Sordo profundo prelocutivo. Implante coclear a los 6 años. Deficiente proceso de rehabilitación.	Sorda profunda prelocutiva. Acceso a un lenguaje (LSE) a los 13 años.	Hipoacúsico. Utiliza audífonos.

6.6.3. Toma de datos y validación de la toma de datos

La toma de datos y el proceso de validación de los mismos fue similar a la realizada en el centro piloto.

Para crear un clima de confianza, una semana antes del desarrollo de la experiencia, la investigadora fue presentada por las profesoras, con las que ya se había reunido posteriormente, en las aulas de los centros B y D. En el caso del centro B, la presentación tuvo lugar cuando los alumnos Sordos acudían a las aulas de Escolarización Combinada. Después de las presentaciones de los niños, la investigadora les preguntó si les gustaba la ciencia y les explicó cómo iban a realizarse las experiencias y la importancia que tiene la investigación educativa en la educación de las Personas Sordas, cómo se iban a desarrollar las pruebas, la confidencialidad de los datos y se les aclaró que estábamos interesados en sus opiniones *per se*, no si las respuestas eran verdaderas o erróneas.

Aprovechando que el centro B participa en el programa didáctico Prensa Escuela de la Fundación Santiago Rey-Latorre y que el día de la visita coincidía con el reparto del suplemento semanal de La Voz de la Escuela, la investigadora utilizó la parte que el suplemento dedica a las noticias científicas para comentarlas con ellos y generar un clima de confianza. La reacción inicial fue muy positiva y cuando se les explicó que se les iba a grabar en vídeo su emoción aumentó.

No se les proporcionó información sobre los fenómenos que iban a discutir para que no influyese en la toma de datos.

Una vez terminada la clase, la investigadora se reunió en privado con los alumnos Sordos para explicarles su intención de realizar una entrevista con ellos antes de las experiencias en el aula.

Para la recogida de datos se utilizaron distintas herramientas que se recogen en el Anexo 5:

Una entrevista a los alumnos Sordos por parejas en los centros A y B.

Un cuestionario sobre una experiencia POE.

Un cuestionario con preguntas relacionadas con la condensación del vapor de agua en un bote de refresco, posterior a las secuencias didácticas que se les presentaron (Anexo) y a la visualización de un material multimedia desarrollado para esta investigación denominado "Los cambios de estado del agua".

Un cuestionario sobre una actividad POE de la combustión de una vela.

Un cuestionario sobre las diferencias entre cambio químico y cambio físico posterior a la visualización del material didáctico multimedia "La combustión " realizado para esta investigación.

Los datos proceden de tres fuentes: las entrevistas grabadas en audio, las intervenciones en las experiencias en el aula que se grabaron en vídeo y las notas de campo de la investigadora. La grabación en vídeo de las experiencias solo se realizó en el centro B, puesto que en el D no se consiguieron los permisos de grabación en vídeo.

Las experiencias se realizaron en el aula inclusiva habitual donde se encontraban los alumnos oyentes, los alumnos Sordos, un antiguo alumno de la investigadora que se ocupaba de las grabaciones en vídeo, la profesora y la investigadora. En esta ocasión el papel de la investigadora fue activo, pues el objetivo no era explorar sus respuestas como en el caso del centro piloto, sino desarrollar una secuencia didáctica para explorar, introducir ideas y observar si las aplicaban a otros fenómenos.

Se realizaron tres secuencias didácticas que integraba actividades relacionadas con el cambio de estado del agua, la combustión de una vela y la diferenciación de cambios físicos y químicos.

Cada secuencia se distribuía en tres fases: Una actividad inicial de exploración de ideas, para conocer los modelos que utilizaban los alumnos Sordos antes de la secuencia didáctica. A continuación, una actividad de introducción de ideas con varias actividades de instrucción. Por último, una actividad de aplicación de ideas, cuyo objetivo era conocer de qué manera la instrucción había producido un cambio hacia modelos más sofisticados a la hora de explicar otros fenómenos cotidianos relacionados con la materia y sus transformaciones. La Figura 6-10 describe el diseño de las secuencias didácticas.

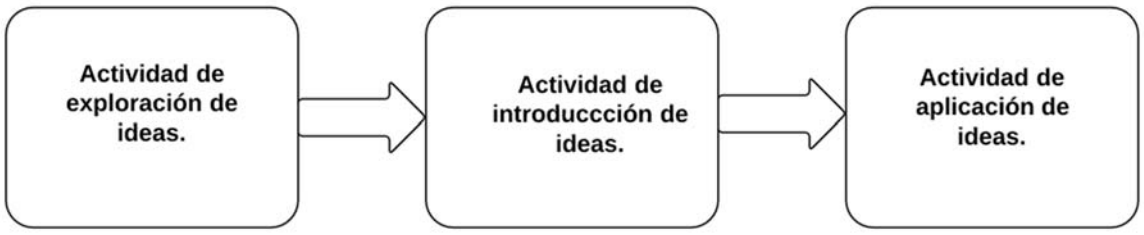


Figura 6-10: Estructura de las secuencias didácticas

6.6.4. Descripción de la experiencia

El día marcado para desarrollar la primera experiencia, la investigadora se reunió primero con los alumnos Sordos en el colegio A para realizar la entrevista y en una sala del centro D. En la entrevista, que se grabó en audio, estuvieron presentes los dos estudiantes Sordos de cada centro, la investigadora, una profesora de apoyo competente en LSE en el centro A y una intérprete en el centro D.

6.6.4.1. Entrevista a los alumnos de Primaria

En primer lugar, y con el objetivo de conocer las ideas previas y los modelos mentales que utilizaban para explicar los fenómenos cotidianos relacionados con los cambios de estado del agua, se realizó una entrevista a los cuatro alumnos Sordos de Primaria, dos del centro A (en escolarización combinada en B) y dos del centro D.

La entrevista, que se pude ver en el Anexo 5, partía de las respuestas a tres preguntas en las que tenían que elegir una opción. Las preguntas estaban relacionadas con la evaporación y la condensación y habían sido utilizadas en otras investigaciones con estudiantes oyentes (Haland, 2010; Osborne y Cosgrove, 1983).

Una vez elegida la opción de cada pregunta, compartían sus resultados con su compañero y la investigadora y se establecía la entrevista.

Las preguntas eran:

1. Cuando el agua hierve aparecen burbujas en el agua ¿De qué están hechas? a) De aire; b) De vapor, c) De calor; d) De oxígeno e hidrógeno.
2. Si colocamos platos o vasos encima del fregadero, pasados unos minutos se seca. ¿Qué pasó con esa agua? a) entra en la bandeja; b) se seca y desaparece; c) se transforma en oxígeno.

La profesora de apoyo signó las preguntas cuando había problemas de interpretación.

Las tres preguntas incorporaban una imagen ilustrativa que reforzaba su comprensión.

La entrevista fue grabada en audio, ya que no se disponía en aquel momento de permisos para grabar en vídeo.

6.6.4.2. Secuencia didáctica 1: Cambios de estado del agua

En la primera secuencia se realizaron 6 actividades:

Actividad 1: POE Cambios de estado del agua.

En primer lugar, los alumnos contestaron a un cuestionario basado en una experiencia POE en la que tenían que predecir y explicar sus predicciones sobre lo que ocurría con los hielos que se encontraban en un vaso de precipitados y que íbamos a calentar hasta los 100ºC.

Una vez respondida esta pregunta, la investigadora realizó la experiencia solicitando a los alumnos que anotasen sus observaciones y también que apuntasen en su cuestionario cómo lo explicarían en distintos contextos (a un niño pequeño y si fuesen un profesor de ciencias). Una vez rellenados los cuestionarios, se les animó a que discutiesen en grupo.

La actividad se desarrolló en 65 minutos.

Al día siguiente, una vez explicitados sus modelos, se implementaron tres actividades inspiradas en algunas de las actividades propuestas en la Guía del Profesor del programa "Molecularium" desarrollado por el Instituto Politécnico de Nanotecnología Rensselaer en Nueva York en el año 2013, con el fin de divulgar en la escuela primaria el mundo a nanoescala

de átomos y moléculas. La intención era conocer si los estudiantes eran capaces de identificar y describir propiedades de los diferentes estados de la materia desde un punto de vista macroscópico, introducirlos en el modelo de partículas a partir de una simulación con canicas, y, por último, utilizar una dramatización que les permitiese interiorizar el movimiento continuo de las moléculas que constituyen la materia, reforzar la idea de que la materia es discontinua, y que la separación y el movimiento de las partículas es diferente dependiendo del estado de agregación en que se encuentre.

Para que los estudiantes consolidasen lo aprendido, visualizaron en la pizarra digital del aula el material multimedia elaborado para la experiencia, que se describe en el Capítulo 8 de esta Tesis.

El material multimedia explica de forma muy visual e interactiva lo que ocurre en los cambios de estado y atiende a las necesidades comunicativas de los niños Sordos ya que cuenta con imágenes, subtítulos, una intérprete y simulaciones y animaciones sobre el cambio de estado del agua.

Podían elegir entre tres opciones de visualización: la investigadora en el centro de la pantalla y en grande y la intérprete en un lateral en menor tamaño, al contrario o solo la intérprete. Se les fue preguntando que opción elegían para visualizarlo.

En el caso del colegio B, el grupo con dos niños Sordos tenía a su disposición un ordenador para cada uno con el objetivo de poder registrar sus movimientos y elecciones en la pantalla. En el centro D, el material se proyectó en la pizarra digital del aula y se consensuó unánimemente la forma de visualizarlo. La exposición duró 10 minutos.

En la Figura 6-11 se explica el desarrollo de las actividades y en el Anexo 5, se describen las actividades en mayor profundidad.

Actividad 2: *"¿Qué se esconde en cada bolsa?"*

Queríamos conocer si los estudiantes eran capaces de identificar y describir propiedades de los diferentes estados de la materia desde un punto de vista macroscópico.

Se comenzó la sesión invitando a todos los alumnos a que nos explicasen qué era para ellos un o una científica con frase como "Una científica es…".

Las respuestas de los alumnos describían a un científico como un hombre con bata blanca y con apariencia atolondrada, lo que señala la necesidad de que, desde la enseñanza de las ciencias experimentales y en la escuela en general, se integre la perspectiva de género (Álvarez Lires, Nuño y Solsona, 2003).

A continuación, se les dijo que en esta sesión ellos iban a convertirse en científicos y científicas y que una de las tareas más importantes de los profesionales de la ciencia era observar y clasificar. Utilizamos la analogía de un armario desordenado en el que observando con atención íbamos a ordenar la ropa. Mostraron sus criterios de selección.

Una vez involucrados, les explicamos que ahora íbamos a clasificar la materia en sus tres estados que todos identificaron como sólido, líquido y gas.

En grupos se les fueron pasando alternativamente tres bolsas opacas y cerradas: Una con piedras, otra con agua coloreada y otra con aire.

Con cada una de las bolsas les íbamos preguntando cuestiones como:

¿Cambia su forma?; ¿Ocupa espacio?; ¿Pesa?; ¿Es duro?; ¿En qué estado creéis que está la substancia que está dentro de la bolsa?; ¿En todas las bolsas hay alguna substancia?

Las respuestas de cada grupo se apuntaron en la pizarra, agrupándolas en columnas.

Finalmente, y encima de la lista vertical de las propiedades que habían descrito para cada bolsa en la pizarra, consensuamos sus propiedades como sólido, líquido o gas. A

continuación, nos detuvimos en las respuestas a las preguntas sobre su peso y sobre la ocupación de espacio, para repasar los conceptos de masa y volumen.

Escribimos en la pizarra, al lado de las columnas de respuestas "Toda la materia tiene masa y volumen. La masa y el volumen son dos propiedades de la materia.

La duración de esta actividad fue de 20 minutos,

Actividad 3: "*Jugamos con las moléculas"*

Para iniciarlos en el modelo de partículas introdujimos canicas iguales en un bote de cristal y les animamos a que nos dijesen cómo representaríamos un modelo que explicase con canicas las propiedades de los tres estados de la materia que habían descrito anteriormente.

Comenzamos llenando todo el bote con canicas y les hicimos ver los huecos entre ellas. En todo momento se incidía en el movimiento de las canicas. En gran grupo fueron indicándonos que quitásemos canicas para describir el estado sólido y en el estado gas les indicamos que había menos moléculas ocupando el mismo espacio pues sus sugerencias eran que las quitásemos todas.

A continuación, se les explica que todas las substancias están formadas por partículas muy pequeñas que se llaman moléculas y que se disponen de forma diferente en cada uno de los tres estados de la materia.

Actividad 4: "*Somos moléculas"*

La intención de esta actividad era utilizar una dramatización que les permitiese interiorizar el movimiento continuo de las moléculas que constituyen la materia, reforzar la idea de que la materia es discontinua, y que la separación y el movimiento de las partículas es diferente dependiendo del estado de agregación en que se encuentre.

Así, les invitamos, a que representasen una pequeña secuencia teatral en que cada uno de ellos era una molécula y la profesora les iba a aportar o retirar energía.

Todos los alumnos se pusieron de pie en el aula y los animamos a que escenificasen con sus desplazamientos lo que ocurriría si la temperatura aumentaba o disminuía, y que lo relacionasen con los distintos estados de la materia. Por último, relacionaron esta dramatización con el estado líquido, sólido y gas y las propiedades que habían descrito.

Esta actividad duró 10 minutos y creo un clima muy cálido en el aula.

Actividad 5: Visualización del material multimedia *"Los cambios de estado"* (http://agua.fernandowirtz.com/story.html).

Actividad 6: "Clarificamos las ideas"

Para promover el cambio conceptual intentando explicar otro tipo de fenómenos relacionados, se finalizó la sesión con una actividad donde los alumnos tenían que responder a un cuestionario individual sobre los cambios de estado a través de la respuesta a una pregunta sobre de dónde venía el agua que aparecía en la superficie exterior de un bote de refresco al poco rato de sacarlo de la nevera. Una vez respondidas las preguntas se les pedía que discutiesen en grupo en grupo sus respuestas. Esta actividad duró 20 minutos.

Figura 6-11: Desarrollo de las actividades sobre los cambios de estado en el EC2

6.6.4.3. Secuencia didáctica 2: Cambios químicos y cambios físicos

La intención de esta secuencia, que seguía la misma estructura que la primera, era recabar información sobre cómo explican los cambios químicos, concretamente la combustión. Se trataba de conocer la idea que tenían sobre la función del oxígeno en la combustión y si identificaban el vapor de agua como procedente de la combustión de una vela. Además, se pretende conocer si diferencian los cambios físicos de los químicos, un objetivo que si está dentro del currículum de 6º de Primaria.

Actividad 1: Cuestionario "Combustión de una vela".

Se indicó a los alumnos que se iba a tapar una vela encendida con un vaso y se les pidió que escribiesen en el cuestionario lo que considerasen que iba a suceder, que apuntasen sus

observaciones una vez desarrollada la experiencia y que explicasen lo observado respondiendo a las preguntas del cuestionario. De nuevo, una vez cubierto el cuestionario se les animó a discutir en grupo sus opiniones. La actividad duró 20 minutos.

Actividad 2: Visualización del material multimedia “La combustión”.

Se siguieron los mismos pasos que en el caso de la visualización del material multimedia sobre los cambios de estado del agua y su intención era reforzar sus conocimientos sobre el cambio físico y el cambio químico.

El material proyectado fue "La combustión" (http://combus.fernandowirtz.com/story.html) que además de explicaciones sobre el proceso de combustión, establece las diferencias entre cambio físico y químico. En el Capítulo 8 de esta tesis, se recoge toda la información sobre este material. La proyección duró 10 minutos.

Actividad 3: Cuestionario ¿Cambio químico o físico?

En este caso, nuestra intención era conocer si los estudiantes son capaces de transferir las ideas sobre el cambio físico y químico a otros contextos.

Se les pasó un cuestionario, con cuatro preguntas sobre la combustión, con mínima carga textual donde tenían que rodear con un círculo la respuesta que consideraban correcta.

En la última pregunta se utilizaron solo imágenes que los estudiantes tenían que rodear con un círculo si pensaban que se había producido un cambio químico y con un cuadrado donde creían que había tenido lugar un cambo físico.

En el Anexo 5 se detallan las secuencias didácticas con mayor profundidad.

6.6.5. Análisis de datos

Los datos provenían de cuatro fuentes, la entrevista, los cuestionarios, las grabaciones de sus intervenciones en vídeo y en audio, y las anotaciones de campo.

Las respuestas a las entrevistas se analizaron para comprobar si los estudiantes utilizaban los mismos modelos para explicar los fenómenos que se describían en cada una de las

preguntas.

En los cuestionarios las respuestas podían ir acompañarlas de un dibujo. En este caso analizamos las respuestas escritas y confrontamos las ideas que plasmaban en las respuestas escritas con los dibujos.

En las transcripciones se identificaron los eventos más relevantes y significativos.

Para analizar las respuestas sobre cambios de estado y combustión nos basamos en las categorías que se describen más adelante.

6.6.6 Resultados y discusión

En este epígrafe se analizan los resultados obtenidos para dar respuesta a las preguntas 4, 5 y 6 del Objetivo 2. Para facilitar la lectura hemos categorizado los resultados para cada actividad.

6.6.6.1 Entrevista a estudiantes Sordos de los centros A, B y D

A continuación, se describen los resultados de los ítems de preguntas de opción múltiple con los que comenzó la entrevista. Las preguntas eran:

a) ¿De qué están hechas las burbujas del agua cuando hierve?
b) ¿Adónde va el agua de un plato mojado cuando se seca?
c) ¿De dónde procede el agua que aparece en la pared externa de un bote con hielos?

La Tabla 6-23 muestra los resultados de las respuestas elegidas por los estudiantes en el cuestionario que acompañaba a la entrevista.

Tabla 6-23: Respuestas de los alumnos Sordos al cuestionario que acompañaba a la entrevista personal

	María	Alberto	Nacho	Pedro
¿De qué están hechas las burbujas del agua cuando hierve?	Calor	Oxígeno e hidrógeno	Vapor	Vapor
¿A dónde va el agua de un plato mojado cuando se seca?	Entra en el aire en forma de pequeños trozos de agua.	Entra en el aire en forma de pequeños trozos de agua.	Se transformó en oxígeno e hidrógeno.	Entra en la bandeja.
¿De dónde procede el agua que aparece en la pared externa de un bote con hielos?	El frío se convierte en agua y atraviesa el bote.	El frío se convierte en agua y atraviesa el bote.	Del hielo fundido que atravesó el cristal.	Debido al frío el oxígeno e hidrógeno se convierten en agua.

Los resultados coinciden con los obtenidos en el estudio de Osborne y Cosgrove, (1983), con alumnos oyentes de edades similares. En dicho estudio, los autores concluyen que hasta los 14-15 años, y a pesar de que ya conocen el modelo de partículas, los estudiantes mantienen ideas sobre condensación y fusión como, por ejemplo, que las burbujas de agua hirviendo están hechas de calor o de aire, que el frío atraviesa el vaso con hielo y se transforma en agua, o que el agua se rompe en hidrógeno y oxígeno cuando se evapora, entre otras.

A la primera pregunta Nacho y Pedro, en apariencia, responden de forma adecuada. Efectivamente las burbujas son vapor de agua, pero cuando se les anima a discutirlo

Pedro contesta: “Hay dentro un cocina para hacer hace fuego y quema el agua y se va para las nubes” y Nacho corrobora “Cuando hay calor es por el fuego que hace salen burbujas y por eso sale el vapor”

Para conocer exactamente a que se refieren con vapor, la entrevistadora les pregunta qué pasaría si en vez de agua fuese leche a lo que ambos contestan “Serían de aire, saldría aire. Sale vapor, digo, salen burbujas”. La ambigüedad en el signo de “vapor” en LSE para el que no existe un signo estandarizado, también dificulta la interpretación y pudo contribuir a la indeterminación en su significado.

En resumen, las explicaciones de los fenómenos de evaporación y condensación se corresponden con los reportados en la literatura para alumnos oyentes (Halan, 2010, Liu y Lesniak, 2005) y en algún caso (María) para niveles inferiores de edad.

Como en el estudio realizado por Halan (2010), aunque algún estudiante como Alberto conoce los términos de evaporación y condensación, sin embargo, cuando se profundiza en el tema se observa que sus ideas sobre estos fenómenos difieren del modelo científico.

La noción de que el agua se divide en hidrógeno y oxígeno cuando se evapora que se introdujo en la entrevista, al igual que las investigaciones de Bar y Galili, (1994) y Osborne y Cosgrove, (1983), también aparece señalada. Conviene resaltar que en otras investigaciones como la de Halan, (2010), donde no se introdujo en los cuestionarios está opción de respuesta, los propios estudiantes citan esta idea.

También, a tenor de los resultados, los niños explican más fácilmente el fenómeno de ebullición que el de evaporación a temperatura ambiente. La explicación de la evaporación como pequeñas gotitas de agua en el aire, que también aparecía en otras investigaciones (Halan, 2010; Bar y Galili, 1994), procede, según Johnson (1998a), de las dificultades que tienen los niños para reconocer el agua como un gas. Los alumnos piensan que se ha ido a otro lugar, pero no saben a ciencia cierta dónde.

Es interesante observar que a pesar de que todos los estudiantes parecen conocer lo que le pasa a un bote cuando lo sacan de la nevera y lo dejan unos minutos a temperatura ambiente, nunca habían reflexionado sobre ello. Algunos explican la presencia de agua en la pared externa del bote, como que "el frío se convierte en agua". Parece que para estos estudiantes la frontera entre la materia y no la materia es un tanto confusa.

Todas las explicaciones muestran una visión exclusivamente macroscópica de los fenómenos de la materia y sus transformaciones.

Estor resultados parecen coincidir con las afirmaciones de Johnson (1998b, 1998c) y Lee et al., (1993), que subrayan que la visión corpuscular de la materia juega un papel crucial en la comprensión de la materia y sus transformaciones, pero que solo un pequeño porcentaje de estudiantes hacen uso de partículas en sus explicaciones.

Al finalizar la entrevista la investigadora les preguntó si les gustaban las ciencias y si les parecían interesantes para explicar la realidad que les rodea. En el caso de Pedro y Nacho la ciencia parecía no ser relevante para ellos a tenor de diálogos como el que mostramos:

Pedro: "¿Qué es ciencia?"

Nacho: "Coñecemento."

Nacho: "Me gusta Coñecemento, aprender sobre cosas antiguas... Me gusta saber de los antepasados."

E: "¿También se explica en Coñecemento cuestiones sobre los animales, los materiales, el tiempo no?

Pedro: "Sí a mí me gustan los animales."

Alberto: "Me gusta mucho Coñecemento"

Sin embargo, cuando se les hacen las preguntas a los alumnos del centro D, en el que se realizan experiencias de laboratorio, María responde:

María: "Me gusta coñecemento porque se conoce a mucha gente y me gustan los experimentos."

Los comentarios sobre su apreciación por las ciencias parecen revelar problemas epistemológicos. Para ellos la ciencia tiene poco que ofrecer como instrumento para explicar los fenómenos cotidianos y sorprenden las confusiones con las Ciencias Sociales, que atribuimos al énfasis que, generalmente, ponen las y los maestros de Primaria en la Ciencias Sociales frente a las Ciencias Naturales en el currículum de la LOCE y a la poca experiencia de laboratorio de algunos de los alumnos.

A-Secuencia 1: Cambios de estado del agua.

En este epígrafe mostramos y analizamos los resultados de dos actividades desarrolladas a lo largo de la secuencia didáctica. La actividad en la que tenían que predecir, observar explicar el calentamiento hasta 100ºC del hielo contenido en un vaso de precipitados y la actividad donde se les pide que expliquen de dónde procede el agua que aparece en la superficie externa de un bote de refresco que se ha sacado de la nevera.

6.6.6.2. Análisis de los resultados de la experiencia Cambios de estado del agua EC2

En este apartado hemos utilizado las intervenciones escritas y grabadas para analizar los modelos y las ideas alternativas que subyacen en sus explicaciones y poder compararlas con las reflejadas por la literatura para los alumnos oyentes. La Figura 6-12 recoge las respuestas escritas de los alumnos en los cuestionarios de esta actividad.

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

Nacho: Va evaporar. Porque a los 100º no hay agua y se derríte el hielo.

Pedro: Porque esperamos el hielo después quema y desaparece.

María: Se evapora al hielos.

Alberto: Que se va a derretir y se va a transformar en agua. Porque al calentar el hielo se separa y se transforma en agua.

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

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

Nacho: Cuando las moléculas de agua se juntan muchísimo cuando son de hielo, si están separadas son de líquido. Si están casi juntas de vapor.

Pedro: La profesora explica a un niño pequeño para aprender las moléculas de agua. Lo acompaña de un dibujo (Figura 6-9).

María: Calentamos el hielo hasta que veas humo y el agua haga burbujas.

Alberto: Estamos haciendo un experimento y al poner calor pues el agua se evaporó.

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

Nacho: Cuando las moléculas de agua se juntan muchísimo cuando son de hielo, si están separadas son de líquido. Si están casi juntas de vapor.

Pedro: Responde con un dibujo .

Alberto: Pues que las moléculas de agua se separan al darle calor. Y pondría ejemplos con canicas, etc.

María: Sacamos los cubitos de hielo y los ponemos al fuego. Las moléculas del hielo se separan por el calor al evaporarse.

(Aquí puedes anotar como han cambiado tus ideas después de la discusión).

Alberto: Estamos de acuerdo.

Figura 6-12: Actividad 1: POE Cambio de estado del agua. Respuestas escritas

- Análisis del discurso escrito y de sus intervenciones

Si prestamos atención solo a las respuestas al cuestionario y de sus intervenciones grabadas, podríamos concluir que todos los alumnos diferencian, desde un punto de vista microscópico, los tres estados de agregación del agua y parecen señalar que el grado de dispersión de las moléculas aumenta progresivamente del estado sólido al gaseoso, una idea que sería adecuada para la mayoría de los líquidos excepto para el agua, en lo que se denomina la "anomalía del agua" que no aparece en el currículum de Primaria.

Así, cuando el agua se enfría, se contrae su volumen, como sucede en todos los cuerpos, pero al alcanzar los 4ºC cesa la contracción y su estructura se dilata hasta transformarse en hielo en el punto de congelación. Por eso el hielo es menos denso que el agua y flota sobre ella. Las moléculas del hielo están dispuestas en una formación tridimensional que tiene muchos huecos merced a los puentes de hidrógeno. En su caso, al calentarse y empezar a deslizarse las moléculas de agua, en vez de expandirse pasan a rellenar esos huecos o espacios intermoleculares, pasando a ocupar menos espacio en estado líquido que en sólido. Siendo, pues, menos denso el hielo que el agua, una circunstancia muy afortunada para la vida en la Tierra.

Nacho dibuja y justifica que la distancia aumenta de sólido a líquido, pero la reduce de líquido a gas.

Respecto a la influencia de la temperatura en los cambios de estado, Alberto y María resaltan en su explicación escrita el papel del calor como precursor de la separación entre moléculas al cambiar de estado, lo que coincide con los resultados de los estudios llevados a cabo por Domínguez (2007).

Pedimos a María que justifique su respuesta:

E: *María, qué quieres decir cuando respondes: "Se evapora a hielos."*

María: *Eso..., es así, no hay nada que explicar.*

El objetivo de introducir las preguntas de cómo se lo explicarían a un niño pequeño y si fuesen su profesora de ciencias, era situar a los estudiantes en dos dominios diferentes, el escolar y el cotidiano y ver si utilizaban las mismas explicaciones.

Como en el centro piloto, aparece una dificultad manifiesta a la hora de situarse en dos contextos distintos.

E: *Y ahora... fijaros lo que pone por atrás. Vamos a explicarlo, primero como se lo explicaríamos a un niño pequeño, a un hermano… y después cómo lo explicaríamos a un científico. ¿Os parece?* (Pide ayuda a la PLE que signa inicialmente la pregunta a Pedro correctamente pero cuando tiene que repetirla traduce: ¿*Cómo lo explicarías a una persona mayor?*)

Pedro: *No comprendo…*

E: (Signa) *¿Cómo lo explicarías a un niño pequeño?*

P: *Entendí, difícil.*

E: *Después, ¿Cómo lo explicarías si tú fueses un profesor? ¿cómo lo explicarías a la clase?*

P: *Entendí.*

E: *Pensad… No hay prisa, después lo comentamos entre todos.*

O1 (Alumno oyente 1): *Explico lo que pasó*

E: *Sí, lo que crees que pasó.*

O2 (Alumno oyente 2): *No entiendo muy bien las dos preguntas.*

E: *Por ejemplo, cómo harías para explicarlo a un niño pequeño y, cómo lo explicarías si fueses un profesor. ¿Cómo te lo explicaría tu profe? Por ejemplo, si tú fueras yo,* ¿Cómo *lo explicarías?*

O2: ¡*Ah, ya entiendo!*

Aunque la investigadora y la intérprete insistieron en la comprensión de la pregunta, Pedro -con dificultades lecto-escritoras- tenía dificultades para explicarlo por escrito, por lo que respondió a las preguntas con un dibujo, en el que deja claro que para él hay dos dominios de explicación: el cotidiano, en el que recurre a explicaciones macroscópicas, y el escolar, donde la profesora parece aludir, en sus explicaciones en el dibujo, a un sistema de partículas. (Figura 6-13 y 6-14).

Figura 6-13: Respuesta de Pedro a la pregunta: ¿Cómo se lo explicarías a un niño pequeño?

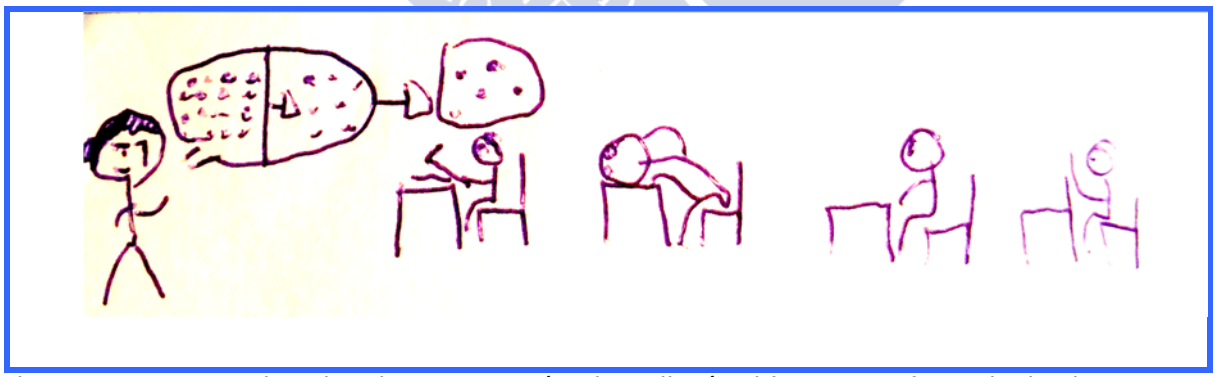


Figura 6-14: Respuesta de Pedro a la pregunta: ¿Cómo lo explicarías si fueses tu profesora de ciencias?

Nacho responde de la misma forma en los dos casos y María, simplemente explica el proceso que ha observado, sin utilizar ningún modelo explicativo, aunque en la respuesta en la que indica como lo explicaría si fuese una profesora utiliza la palabra molécula. Parece que para ella la referencia a las partículas pertenece al dominio escolar, pero no es necesario en su

vida cotidiana ya que su explicación escrita del fenómeno se limita a una visión macroscópica y descriptiva del proceso, sin embargo, en la descripción gráfica sí utiliza componentes microscópicos.

-Análisis de las representaciones gráficas

Justo después de la observación intercalamos tres preguntas:

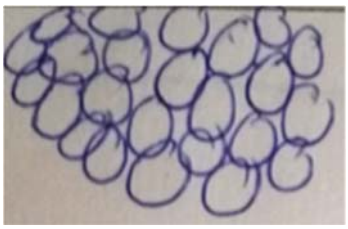
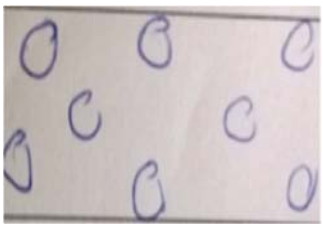
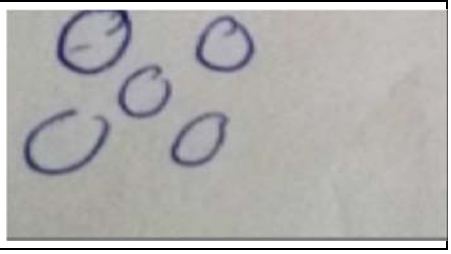
1- Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas del agua en el hielo?

2- Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas del agua en el agua líquida?

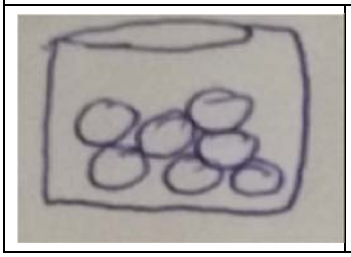
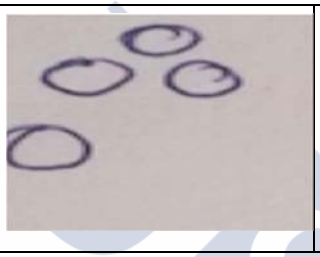
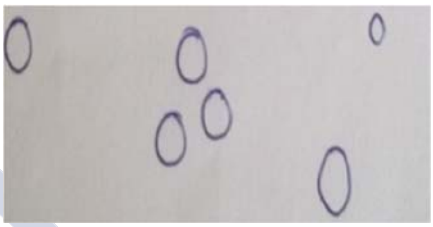
3- Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas del agua en el vapor de agua?

La intención era motivar a los alumnos a que explicitasen los modelos que utilizan a nivel microscópico para explicar los tres estados de la materia a través de un dibujo (ver Figura 6-15).

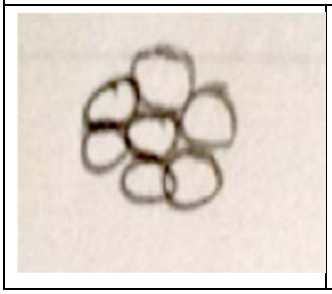
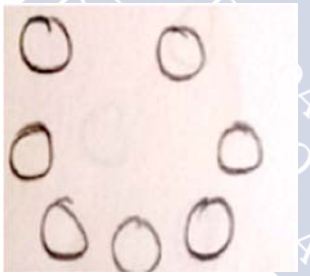
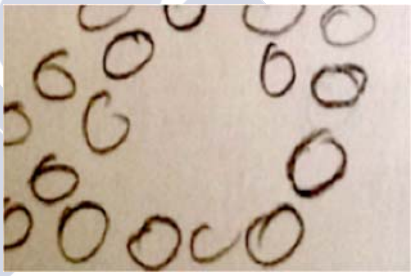
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Representación de los tres estados de agregación de la materia: Nacho		
Sólido	Líquido	Gas
		

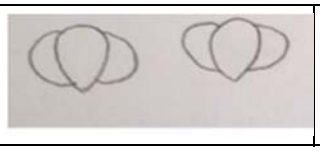
NACHO

Representación de los tres estados de agregación de la materia: Pedro		
Sólido	Líquido	Gas
		

PEDRO

Representación de los tres estados de agregación de la materia: María		
Sólido	Líquido	Gas
		

MARIA

Representación de los tres estados de agregación de la materia: Alberto		
Sólido	Líquido	Gas
		

ALBERTO

Figura 6-15: Dibujos ilustrativos realizados por Nacho, Pedro, María y Alberto para explicar la estructura molecular de los distintos estados del agua

En general, al contextualizarlos en una visión microscópica de la materia, en sus dibujos presentan una visión que se aproxima a la ciencia escolar para definir los estados sólido, líquido y gas, que no contempla, a estos niveles la anomalía del agua.

En los dibujos de Alberto representa la molécula de agua con sus tres átomos y la distribución de las partículas entre el estado líquido y vapor es la más coherente.

María, muestra una distinta separación entre partículas en los tres estados, pero, en todas ellas conserva un orden, no aparece ni la distribución correcta ni señales de que infiera un movimiento de partículas.

La mayoría de los alumnos representan una visión microscópica que se aproxima al modelo científico escolar para los estados sólido, líquido y gas, sin embargo, como ocurre con los alumnos oyentes (Benarroch, 2000; Oliva et al, 2003), la distribución de las partículas que dibujan no se corresponde con las que explica la teoría de partículas (obviando la anomalía del agua).

En sus explicaciones, utilizan la visión macroscópica para justificar sus explicaciones.

Nacho representa el modelo de partículas a partir de objetos microscópicos, aunque sus interpretaciones no son correctas y lo reafirma en su discurso:

E: *Venga, ¿compartimos lo que pusimos? Por ejemplo, Nacho, ¿Tú como lo explicarías a un niño pequeño?*

Nacho: *(Lee lo que ha escrito) La moléculas de agua se juntan muchísimo cuando son de hielo, si están más separadas son líquido y si están casi juntas son de vapor.*

E: *¿Se lo explicarías así a un niño pequeño? ¿Y si fueras un profesor?*

Nacho: *Se lo explicaría lo mismo.*

María también dibuja componentes microscópicos para explicar su modelo, pero muy alejadas del modelo científico. En su discurso, sin embargo, solo alude a la visión macroscópica.

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

María: *Calentamos el hielo hasta que veas humo y el agua haga burbujas.*

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

María: *Sacamos los cubitos de hielo y los ponemos al fuego. Las moléculas del hielo se separan por el calor al evaporarse.*

Pedro, también hace uso de componentes microscópico para representar el modelo de partículas pero no lo considera necesario en sus explicaciones (ver Figura 6-15).

Ninguno identifica directamente el movimiento de las partículas en las representaciones gráficas ni en sus intervenciones, pero creemos que se debe a las dificultades para dibujarlo, ya que de las representaciones de Nacho, Pedro y Alberto se puede inferir la idea de movimiento.

En el estado sólido todos los alumnos han dibujado componentes microscópicos, pero les cuesta concebir la existencia de vacío entre las partículas. Estos resultados corresponden con las evidencias encontradas en alumnado oyente sobre la visión continua de la materia.

En el estado líquido casi todos representan las partículas más separadas, aunque, en el caso de María las moléculas se mantienen ordenadas.

Respecto al vapor de agua, y salvando la respuesta de Nacho, todos los alumnos aluden a la mayor separación entre partículas, aunque el dibujo de María sigue "agrupando" las partículas sin vacío entre ellas y quizás Alberto es el que más se ha inclinado a representar la magnitud de la separación en el estado gas.

Alberto representa el modelo corpuscular de la materia correctamente y dibuja la molécula de agua con sus componentes, a diferencia de los demás. Sin embargo, en sus intervenciones no hace alusiones a un modelo de partículas.

En todas sus intervenciones, observamos que, a pesar de introducir preguntas que pretendían situarlos en el nivel microscópico, y que parecen conocer el modelo de partículas, siguen utilizando una visión macroscópica para explicar los fenómenos en el dominio cotidiano, en consonancia con otras investigaciones que indican la fortaleza de los modelos explicativos

propios ante el modelo científico (Johnson, 1998; Justí, 2011).

Para ordenar tanto sus respuestas al cuestionario como lo que muestran en sus dibujos, hemos utilizado los siguientes criterios, como se observa en la Tabla 6-24:

1. Representación de componentes macroscópicos, microscópicos o ambos.
2. Distribución de las partículas en el espacio según estuviese en estado sólido, líquido o gas.
3. Movimiento de las partículas.

Hemos categorizado las respuestas obtenidas en la experiencia POE sobre cambio de estado del agua (ver Tabla 6-24), tomando como referencia las categorías propuestas por Benarroch (2001) y subdividiendo la categoría 2 en función de los datos recogidos sobre la separación y la distribución de partículas.

Tabla 6-24: Categorías de análisis de las respuestas escritas, sus intervenciones y las representaciones gráficas. Adaptada de Benarroch (2001)

Categorías de análisis				
	Categoría 1: describe desde un nivel explicativo y funcional, macroscópico. Esquemas continuos.	Categoría 2: primeras explicaciones microscópicas		Categoría 3: explicación corpuscular con movimiento e interacciones
		Separación entre partículas	Distribución correcta de las partículas	
Nacho		X		
Pedro		X		
María		X		
Alberto			X	

Para analizar la progresión del aprendizaje hemos utilizado los niveles propuestos por Benarroch (2001) que se resumen en la Figura 6-16.

Nivel I: Continuidad sin explicación. La materia es continua y estática y no se requiere más explicación que la descripción macroscópica.

Nivel II: Continuidad y explicaciones pseudomacroscópicas. La materia es continua y concreta o contiene huecos, burbujas, etc. Los alumnos en este nivel siguen razonando a través de aquello que perciben.

Nivel III: Discontinuidad y explicaciones microscópicas fundamentadas. La materia está formada por partículas y huecos entre ellas a los que otorgan propiedades macroscópicas. No conciben la idea de vacío.

Nivel IV: A diferencia del nivel anterior, en este caso conciben la idea de vacío que aparece cuando representan la distribución de las partículas.

Nivel V: Además de la idea de discontinuidad aparece la idea de movimiento y sus explicaciones se acercan mucho al modelo científico escolar.

Figura 6-16: Niveles de Progresión del aprendizaje de la materia según Benarroch (2001)

Del análisis delos resultados, deducimos María se encuentra en el Nivel I, sus explicaciones son macroscópicas y, en la actividad final, sigue explicando la condensación como transmutación "el frío se convierte en agua".

Las explicaciones de Alberto, están muy próximas al Nivel IV, parece concebir la idea de vacío en sus representaciones. Así, al final de la secuencia explica la condensación como un cambio de fase. "El agua (g) del aire a agua (l) en la superficie de la lata.

Nacho estaría entre los Niveles II y III, es decir, utiliza el modelo de partículas en sus explicaciones, pero atribuye a las partículas propiedades macroscópicas.

Por último, las explicaciones de Pedro se encontrarían en el Nivel I. Al final de la secuencia sigue explicando la condensación como transmutación “El frío se convierte en agua”.

Después de la experiencia, desarrollamos tres actividades didácticas ya descritas en el apartado de 6.6.4.2 y que se detallan en profundidad en el Anexo 5: ¿Qué se esconde cada bolsa?, “Jugamos con las moléculas” y la dramatización “Somos moléculas”.

6.6.6.3. Análisis de los resultados de la actividad ¿De dónde viene el agua que aparece en la cara externa de la superficie de un bote al poco rato de sacarlo de la nevera? EC2

Como actividad de aplicación de ideas, al finalizar la Secuencia 1 y después de haber incorporado las actividades citadas, los alumnos contestaron a un cuestionario donde se les mostraba una lata de refresco con gotas de agua en la superficie que se acompañaba del texto "Imagina que quitamos una lata de refresco de la nevera. Al poco rato comienzan a verse en la lata unas gotitas:

¿De qué son esas gotas que aparecen en la lata?

¿De dónde vienen esas gotas que ves en la lata?

Imagina que tienes unas gafas de superhéroes con las que pudieses ver lo que ocurre con millones de aumentos. Dibuja lo que crees que ocurre si lo viésemos con millones de aumentos."

Las respuestas del cuestionario se muestran en la Figura 6-17.

- Imagina que quitamos una lata de refresco de la nevera, al poco rato comienzan a verse en la lata unas gotitas: ¿De qué son esas gotas que aparecen en la lata?

Nacho: Son de agua

Pedro: Porque en la playa hace calor y lata de gotas y se desaparecen

María: Agua

Alberto: De la condensación de estar en la nevera al pasar al exterior.

-¿De dónde vienen esas gotas que ves en la lata?

Nacho: Dentro de la lata

Pedro: Hay dentro agua, hace mucho frío

María: No responde.

Alberto: Del frío de la nevera

Figura 6-17: Respuestas al cuestionario escrito. Experiencia de aplicación de ideas

-Análisis de las intervenciones escritas y de las interacciones en el aula

Parece que los estudiantes pueden entender los modelos teóricos (como así han demostrado en la teatralización del juego de moléculas), pero no logran usarlas o verlas útiles y apropiadas para interpretar situaciones de la vida cotidiana, tal y como señalaban Driver et al. (1985).

Ningún estudiante, excepto Alberto, explica correctamente la procedencia de las gotas de agua en la superficie del bote de refresco. Pedro no responde de que están hechas las gotas y en su lugar indica que "*en la playa hace calor y lata de gotas y desaparecen*".

Alberto cita la condensación para explicar la procedencia de las gotas y, aunque en su respuesta escrita no indica la procedencia si lo hace en el dibujo que le acompaña, donde escribe "*vienen del aire*".

- Análisis de las representaciones gráficas

La tercera pregunta del cuestionario sobre la procedencia de las gotas de agua en la superficie de la lata de refresco, tenía como objetivo, situar a los alumnos en una visión microscópica de la materia: "Imagina que tienes unas gafas de superhéroes con las que pudieses ver lo que ocurre con millones de aumentos. Dibuja lo que crees que ocurre si lo viésemos con millones de aumentos."

Los dibujos de los niños se recogen en la Figura 6-18.

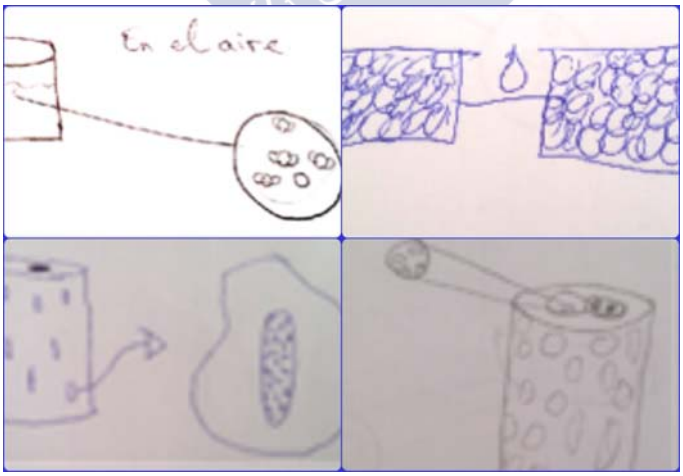


Figura 6-18: Representaciones gráficas de la experiencia de condensación en un bote de refresco de Alberto, Nacho, Pedro y María, respectivamente

Las representaciones gráficas se corresponden con sus intervenciones, así Nacho intenta dibujar el paso de las gotas de agua desde el interior del bote hacia fuera, Alberto indica que el vapor del agua del aire que rodea al bote se deposita en forma de pequeñas gotas en la superficie externa del bote y dibuja de nuevo la molécula del aire con sus tres átomos y, no fuimos capaces de interpretar los dibujos de María y Pedro.

Tabla 6-25: Categorías de análisis utilizadas para analizar la actividad sobre la procedencia del agua que aparece en la cara externa de un bote

Categorías de análisis			
	Categoría 1: describe desde un nivel explicativo y funcional, macroscópico. Esquemas continuos.	Categoría 2 : primeras explicaciones microscópicas	Categoría 3: explicación corpuscular con movimiento e interacciones
Nacho		X	
Pedro	X		
María	X		
Alberto			X

En esta ocasión, hemos querido completar nuestro análisis adaptando las categorías que parecen desprenderse de las representaciones y sus intervenciones a las categorías propuestas por Andersson (1990) sobre cambios de la materia.

Así, en el caso de Nacho podríamos catalogarlo en la categoría de desplazamiento de Andersson (1989).

Nacho: *"Del hielo que sale de agua. Los hielos estaban juntos en el cristal, derretía un poquito y comenzó a atravesar."*

E: *¿Cómo?*

Nacho: *Por el cristal, pasando por el cristal. Cuando bebemos coca cola, cuando hay frío pasa…y notamos húmedo.*

Aunque en sus dibujos no hemos sido capaces de interpretar con certeza qué modelo utilizaban, las intervenciones de Pedro y María parecen ajustarse a la categoría de transmutación.

María: *Dímelo otra vez.* (La intérprete signa de nuevo la pregunta y las respuestas).

María: ¡*Ah! El frío del bote se convierte en agua*.

E: (Hacia María) *¿Por qué se convierte en agua?*

María: *Por el frío del bote y luego se convierte en agua.*

E: *Piensa, piensa... no te apures. ¿Cuál prefieres tú? ¿Cuál es la más parecida a la que tú piensas? A veces no pensamos en eso, en el agua, en el vapor de agua etc. Los mayores tampoco lo hacen… pero solo queremos saber lo que tú piensas*.

Pedro: (Escribe)

E: *El frío se volvió agua* (Lee la respuesta elegida por Pedro).

Nacho: (Intenta explicar lo que ha puesto Pedro) *Y hielo, muchísimo frío, en un líquido, se vuelve dentro de agua.*

Pedro: *No, por ejemplo, un humo, clase humo, después hace mucho frío y mojado.*

Es importante señalar que, si bien la modificación está en el Nivel 2 o 3 para reacción química, en el caso de cambio de estado hace referencia a aspectos macroscópicos, no a nivel de partículas.

Alberto explica la condensación del agua en la superficie de la lata en una categoría que podríamos categorizar inicialmente, como transmutación, pero, sin embargo, hace referencia a un cambio de fase del agua. Sus explicaciones indican una visión microscópica.

E: *Alberto, ¿tú de donde crees que vienen esas gotas?*

Alberto: *Vienen del aire, estaban en el aire.*

E: *¿Cómo en el aire?*

A: *Como agua. Es el agua que está en el aire.*

Para finalizar nuestro análisis, presentamos los resultados de las respuestas escritas y representaciones gráficas en la Tabla 6-26 y a continuación reflexionamos sobre la evolución en los niveles de aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 6-26: Análisis de las respuestas escritas, y representaciones gráficas

Alumno/a	**María (Primaria,16)**	**Alberto (Primaria,13)**	**Nacho (Primaria,14)**	**Pedro (Primaria,14)**
¿De qué están hechas las burbujas del agua cuando hierve?	Vapor.	Oxígeno e hidrógeno.	Vapor.	Vapor.
¿Adónde va el agua del plato mojado cuando se seca?	Entra en el aire en forma de pequeños trozos.	Entra en el aire en forma de pequeños trozos.	Se transformó en oxígeno e hidrógeno.	Entra en la bandeja.
¿De dónde procede el agua que aparece en la pared externa de un bote con hielos?	El frío se convierte en agua y atraviesa el bote.	El frío se convierte en agua y atraviesa el bote.	Del hielo fundido que atravesó el cristal.	Debido al frío el oxígeno e hidrógeno se convierten en agua.
Calentamos unos hielos hasta 100ºC ¿ Qué va a ocurrir y por qué?	Se evapora al hielos.	Se va a derretir y transformar en agua, porque al calentar el hielo se separa y se transforma en agua.	Va a evaporar, porque a 100ºC no hay agua y se derrite el hielo.	Porque esperamos el hielo después quema y desaparece.
¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que ocurrió?	Calentamos el hielo hasta que veas humo y el agua haga burbujas.	Estamos haciendo un experimento y al poner calor pues el agua se vaporó.	Cuando las moléculas de agua se juntan muchísimo, cuando son de hielo, si están separadas son de líquido. Si están casi juntas son de vapor.	La profesora explica a un niño pequeño para aprender las moléculas de agua. Lo acompaña de un dibujo (Fig. 6-14).
¿Cómo respondería a la pregunta tu profesora de ciencias?	Sacamos los cubitos de hielo y los ponemos al fuego. Las moléculas de hielo se separan por el calor al evaporarse. (Fig.6-15)	Pues las moléculas de agua se separan al darle calor. Y pondría ejemplos con canicas, etc. (Fig.6-15)	Cuando las moléculas de agua se juntan muchísimo, cuando son de hielo, si están separadas son de líquido. Si están casi juntas son de vapor. (Fig.6-15)	Pedro responde con un dibujo (Fig.6-15).
¿De dónde viene el agua que aparece en la superficie de la lata al sacarla de la nevera?	El frío se convierte en agua.	Del frío de la nevera. **Del aire.**	De dentro de la lata. Pasan por el cristal.	Hay dentro agua. El frío se volvió agua.
Modelos	Inicialmente explica la condensación como transmutación de frío a agua. Realiza explicación descriptiva macroscópica. En la secuencia utiliza el modelo de partículas y en sus dibujos aumenta la dispersión de sólido a gas, pero mantiene la disposición de las partículas. Al final de la secuencia sigue explicando la condensación como transmutación “El frío se convierte en agua".	En los cambios de estado hace referencia a cambios en las moléculas. Inicialmente, explica condensación como transmutación de frio a agua y en sus explicaciones ya utiliza el modelo de partícula. En la secuencia utiliza el modelo de partículas y en los dibujos aumenta la dispersión de sólido a gas. Representa los átomos de hidrógeno y oxígeno de la molécula de H_2O. Al final de la secuencia explica la condensación como un cambio de fase. "El agua (g) del aire a agua (l) en la superficie de la lata.”	En los cambios de estado hace referencia a cambios en las moléculas. Al principio, explica condensación como desplazamiento a través del cristal y en sus explicaciones introduce el modelo de partícula. En la secuencia utiliza modelo de partículas y en los dibujos aumenta la dispersión de sólido a líquido y disminuye de líquido a gas. Al final de la secuencia explica la condensación como "desplazamiento del agua a través del cristal.”	En los cambios de estado hace referencia a cambios en las moléculas En un principio su explicación es descriptiva macroscópica. Durante la secuencia describe el modelo de partícula de forma correcta pero no lo utiliza en las explicaciones. que son descriptivas y macroscópicas. Al final de la secuencia sigue explicando la condensación como transmutación “El frío se convierte en agua”.

Por último, analizamos la progresión en sus niveles de aprendizaje desde la primera a la última experiencia en función de los niveles propuestos por Hadenfeldt y Neumann (2014) que ya hemos citado y mostramos en la Figura 6-19.

- Nivel 1. Los estudiantes no tienen ningún modelo para describir el cambio físico. Describen solo lo que ven y usan prototipos para describir substancias las propiedades de las substancias. Por ejemplo, el agua es un prototipo para los líquidos.
- Nivel 2. Los alumnos son capaces de categorizar substancias y atribuirles características propias para esas categorías, por ejemplo, metales, no metales o sales. Además, usan similitudes en la apariencia para clasificar substancias y describen los cambios físicos como modificación de la substancia original sin usar el modelo de partículas. En sus explicaciones las partículas están embutidas en la materia.
- Nivel 3. Describen los cambios físicos y las propiedades físicas usando modelos simples de partículas. Transfieren las propiedades de la substancia o de los cambios a nivel de partículas.
- Nivel 4. Los estudiantes usan un modelo de partículas diferenciadas para explicar las propiedades físicas y sus cambios en la materia. También, pueden hacer referencia a la estructura atómica y a las interacciones entre átomos.
- Nivel 5: Los alumnos son capaces de indicar las propiedades físicas de la materia y los cambios físicos a partir de las propiedades del sistema de partículas.

Figura 6-19: Niveles de progresión de aprendizaje de la materia y sus transformaciones propuestos por Hadenfeldt y Neumann (2014)

María y Pedro que inicialmente se encontraban en el Nivel 1, han evolucionado al Nivel 2-3. Al principio, sus explicaciones eran descriptivas, pero al final describen los cambios físicos como transmutación de frio a agua.

Las explicaciones iniciales de Nacho, se referían a la condensación como desplazamiento a través del cristal. En la secuencia utiliza modelo de partículas y en los dibujos aumenta la dispersión de sólido a líquido y disminuye de líquido a gas. Al final de la secuencia, sigue explicando la condensación como desplazamiento del agua a través del cristal

Alberto, que, en la primera actividad, explica la condensación como transmutación de frio a agua, ya desde el inicio utiliza el modelo de partículas en sus explicaciones. En la secuencia utiliza el modelo de partículas y en sus dibujos aumenta la dispersión de sólido a gas. Además, representa los átomos de hidrógeno y oxígeno de la molécula de H_2O. Al final de la secuencia explica la condensación como un cambio de fase. "El agua (g) del aire a agua (l) en la superficie de la lata.", es decir ha evolucionado al Nivel 3-4 de Hadenfeldt y Neumann (2014).

En general podemos decir que todos los estudiantes menos Alberto, evolucionan dentro de un nivel macroscópico y solo se refieren a las partículas cuando se les pregunta explícitamente.

Solo Alberto, que explica que el agua está en el aire.

Según Johnson (1998b), el origen de estas dificultades para explicar que en el aire hay moléculas de agua en forma de vapor y que cuando se enfría se condensa, es que los estudiantes no tienen claro el concepto de gas y sitúan al agua como agua líquida.

En los resultados de la entrevista inicial, se observa que es más fácil para los estudiantes comprender la evaporación cuando el agua hierve que cuando se evapora en un plato a temperatura ambiente.

Respecto a la progresión en los niveles de aprendizaje, algunos alumnos no son capaces de progresar hacia niveles más altos que el 1 o el 2. lo que coincide con las conclusiones del estudio de Benarroch (2001), en las que señala que para los alumnos cuyo desempeño se ajusta a los niveles macroscópicos es muy difícil evolucionar hacia niveles más elevados, puesto que sus esquemas operatorios, debido a su desarrollo cognoscitivo, se rigen por lo que perciben.

B-Secuencia 2. Cambios físicos y químicos

En este epígrafe mostramos y analizamos los resultados de dos actividades desarrolladas a lo largo de la secuencia didáctica 2.

La actividad de exploración de ideas en la que tenían que predecir, observar qué ocurría cuando encendemos una vela y la tapamos con un vaso y la de aplicación de ideas donde tienen

que responder a distintas situaciones relacionadas con cambios físicos y químicos e identificar el tipo de cambio.

Análisis de los resultados de la experiencia "Combustión de una vela" EC2

Los estudiantes de 6º de Primaria contestaron a un cuestionario similar al descrito para la misma experiencia en el centro piloto. En esta ocasión se les animaba a dibujar, y a que observasen lo que ocurría en las paredes del vaso.

El análisis de los datos tenía como objetivo conocer el grado de comprensión que poseían los estudiantes sobre la transformación de la materia. Concretamente en qué medida interpretan la combustión de una vela como un cambio químico y si son capaces de identificar el papel del oxígeno en la combustión y los productos de la reacción, el dióxido de carbono y el vapor de agua.

La Figura 6-20, muestra las respuestas escritas al cuestionario sobre la experiencia POE en la que tenían que predecir, observar y explicar qué ocurría cuando tapábamos una vela encendida con un vaso.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

- Vamos a encender una vela y la vamos a tapar con un vaso ¿qué crees que va a ocurrir? Dibújalo

Nacho: Dibuja que la vela se va a apagar (Figura 6-21).

Pedro: Dibuja una vela encendida con un vaso encima con gotas en sus paredes (Figura 6-22).

María: Le da calor al vaso

Alberto: Que se apaga

E: ¿Por qué?

Nacho: Porque no hay aire

Pedro: Porque la vela quema un vaso y después se ve mojado

María: Porque la llama es fuego y da calor

Alberto: Por el humo

- Anota lo que observas cuando tapamos la vela encendida, ¿qué ha ocurrido?

- Nos fijamos en el vaso, ¿qué hay en sus paredes?

Nacho: Se ha quedado sin aire. Hay humo en las paredes

Pedro: Despues apago el fuego

María: Le da calor al vaso y se paga la vela. Las paredes del vaso están calientes.

Alberto: Que se apaga. Vapor.

- ¿Cómo le explicarías a un niño lo que acabas de ver?

Nacho: Hace un dibujo donde muestra todos los pasos realizados desde que se encendió la vela hasta que se apaga y aparecen mojadas las paredes del vaso (Figura 6-23).

Pedro: Hace un dibujo en el que un adulto le da algo a un niño (Figura 6-24).

María: Colocamos un vaso encima de una vela encendida. Después de un rato la vela se apaga.

Alberto: Como el humo se concentra se apaga.

- ¿Cómo se lo explicarías si fueses un profesor de ciencias?

Nacho: Dibuja la misma secuencia que cuando indicaba como se lo explicaría a un niño.

Pedro: Hace un dibujo de un profesor y una clase (Figura 6-25).

María : Con un mechero encendemos la vela colocamos un vaso encima y vemos como se apaga.

Figura 6-20: Respuestas escritas de los alumnos de 6º de Primaria al cuestionario sobre la combustión de una vela

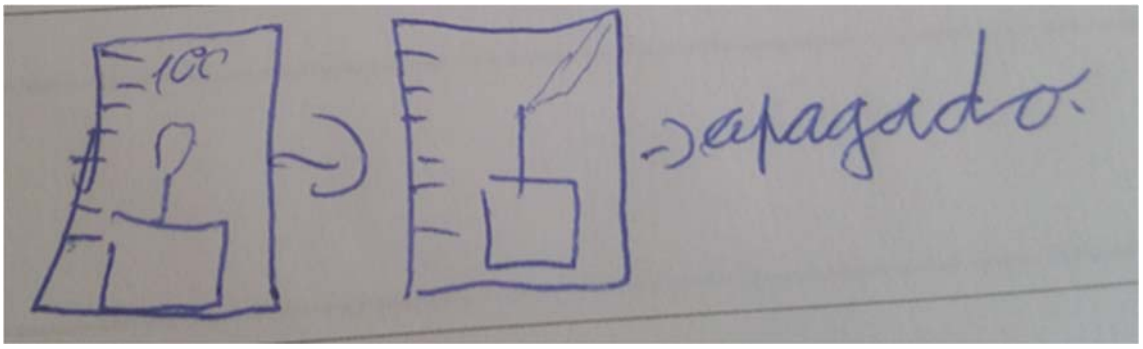


Figura 6-21: Dibujo de la predicción de Nacho para responder a la pregunta ¿Qué va a ocurrir si tapo la vela?

Figura 6-22: Dibujo de la predicción de Pedro para responder a la pregunta ¿Qué va a ocurrir si tapo la vela?

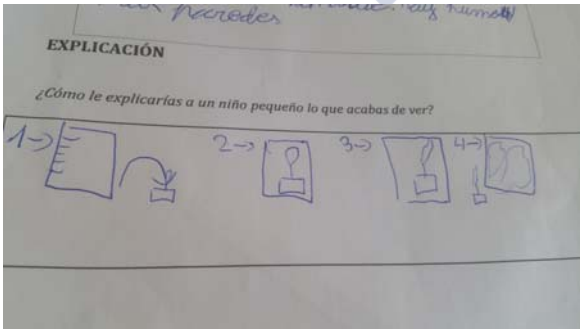


Figura 6-23: Dibujo de la explicación de Nacho sobre lo ocurrido al tapar la vela. encendida a un niño y a un profesor

Figura 6-24: Dibujo de la explicación de Pedro a un niño pequeño sobre lo ocurrido al tapar la vela encendida

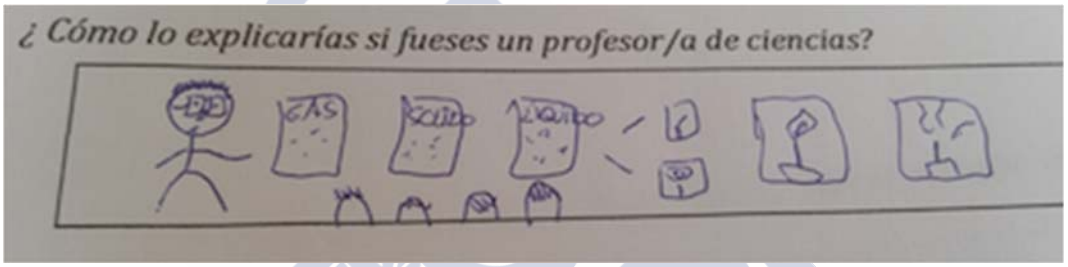


Figura 6-25: Dibujo de la explicación de Pedro si fuese un profesor sobre lo ocurrido al tapar la vela encendida

Todos los estudiantes menos María, predicen que la vela se va a apagar. Sin embargo, excepto Nacho, que atribuye este hecho a la falta de aire, Alberto y Pedro explican que la vela se apaga debido al "humo" que se produce.

Pedro hace un dibujo en el que describe gotas en la pared del vaso de precipitados. Creemos que escribió la respuesta una vez observó lo que pasaba y que la entrevistadora hizo mención a que se fijasen en las paredes del vaso. Su preocupación era saber dónde tenía que escribir las respuestas observándose además un gran temor a no contestar adecuadamente como ocurría con los alumnos Sordos del estudio de Richardson y Woodley, (1999). Se observó una incomprensión clara de la pregunta inicial, aun contando con el apoyo de la profesora de apoyo y de la entrevistadora que se comunicaba con él en lengua de signos.

En las intervenciones en el aula, podemos ver que Pedro también opina que la vela se apagó por el "humo" de la vela.

Cuando la entrevistadora le pregunta sobre lo que han observado responden:

Nacho: "*Sale humo.*"

E:" *¿Qué es ese humo?"*

Nacho: *"Es humo y luego mojado."*

Pedro: *"Apagó el fuego."* ·

María: *"Apagó el fuego y las paredes están calientes."*

Alberto*:"Se apagó el fuego."*

E: *"Nacho, ¿qué crees que ocurrió?"*

Nacho: "*Pues que al meter…. ¿Cómo se llamaba? ¿Cómo se llamaba esa cosa?"*

Entrevistadora: "*La vela."*

Nacho: *"No, lo otro."*

Entrevistadora*: "Vaso de precipitados."* (La profesora de apoyo desconocía el término en LSE para el vaso de precipitados y la entrevistadora le enseña el vaso).

Nacho: *"Al meter el vaso y esperamos unos segundos, se apaga el fuego. Después sale humo del vaso."*

Entrevistadora: *"Pero, ¿Por qué se apaga?*

Nacho: "*Porque se queda sin oxí… sin aire"*

Entrevistadora: "*Entonces ¿hace falta aire para que arda?"*

O 1: *"Sí, porque lo había explicado la profesora"*

Nacho: *"Por ejemplo fuego en un bosque, está muchas horas quemando. Si no hubiera aire se apagaría y no habría fuego."*

E: *"¿Y por qué aparecía mojado el vaso?"*

Nacho: "*P*or *el humo."*

Entrevistadora: *"¿Cómo lo que pasaba en la lata?*

Nacho: *"No, no… es el humo que se pegó."*

Los estudiantes no entienden la necesidad de buscar una explicación a la combustión de la vela (primera categoría de Andersson) y, a través de la discusión se perfila la categoría de transmutación, donde el material involucrado en una combustión se transforma en calor, para ellos el oxígeno, "alimenta la llama", tal y como respondían muchos de los alumnos oyentes de la investigación de (Watson et al., 1997).

Sus intervenciones únicamente se dirigen a describir lo que observaron, no reconocen los productos de la reacción y no hacen ningún tipo de mención al modelo de partículas.

Respecto al papel del aire u oxígeno en la combustión, en todos los casos, excepto el de María, los estudiantes consideran que ejerce un papel fundamental, aunque no indican su función, tal y como señalan las investigaciones de (Driver et al. ,1989 y Watson et al., 1995).

En la Tabla 6-27 se muestra la categorización a las respuestas dadas por los estudiantes antes y después de discutir entre ellos.

Categorías de los modelos utilizados por los alumnos para explicar la combustión de una vela		
Categoría	Antes de las discusión	Después de la discusión
Las cosas son así, no hay nada que explicar	Pedro, María, Alberto, Nacho	Pedro, María, Alberto, Nacho
Desplazamiento		
Modificación		
Transmutación		
Reacción Química		

Tabla 6-27: Categorización de las respuestas de los estudiantes para explicar la combustión de una vela, antes y después de la discusión en grupo

A continuación, visualizan el material multimedia donde se explica desde el modelo de partículas a través de una animación, el fenómeno de combustión y la diferencia entre cambios físicos y químicos.

En la Tabla 6-28 mostramos los modelos utilizados por los alumnos en la experiencia de la combustión de la vela a partir del análisis de todas sus intervenciones escritas y signadas/habladas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 6-28: Modelos utilizados por los alumnos de Primaria para explicar la combustión de una vela.

	María Primaria (16 años)	Alberto Primaria (13 años)	Nacho Primaria (14 años)	Pedro Primaria (14 años)
Vamos a encender una vela y la vamos a tapar con un vaso, ¿qué crees que va a ocurrir? Dibújalo	Le da calor al vaso.	Que se apaga.	Se apaga.	Se apaga
¿Por qué se apaga?	Se apaga porque la llama es fuego y da calor.	Por el humo.	Se apaga porque no hay aire.	Porque la vela quema un vaso y después se ve mojado.
¿Anota lo que observas cuando tapamos la vela encendida, ¿qué ha ocurrido? **- Nos fijamos en el vaso, ¿qué hay en sus paredes?** **Por qué se apaga?**	Le da calor al vaso y se paga la vela. Las paredes del vaso están calientes.	Que se apaga. Vapor.	Se ha quedado sin aire. Hay humo en las paredes.	Después apagó el fuego.
Discusión en grupo			E:" *Pero, ¿Por qué se apaga?*" N: *"Porque se queda sin oxí…sin aire"* *E:"¿Y por qué aparecía mojado el vaso?"* N: "Por *el humo."* E: *"¿Cómo lo que pasaba en la lata?* N: *"No, no… es el humo que se pegó."*	
Modelos	No hay nada que explicar. Respuestas descriptivas, hacen solo referencia a aspectos macroscópicos.	No hay nada que explicar. Respuestas descriptivas, hacen solo referencia a aspectos macroscópicos.	Considera el aire necesario para la combustión, pero no está clara su función. El que se empañe el vaso se debe al humo.	No hay nada que explicar. Respuestas descriptivas, hacen solo referencia a aspectos macroscópicos.

6.6.6.5. Actividad de ampliación de ideas: ¿Cambio físico o químico?

Para indagar sobre la comprensión de los estudiantes sobre la transformación de la materia realizaron un cuestionario con preguntas sobre distintos cambios físicos y químicos y una actividad final en la que tenían que diferenciar dichos cambios (Anexo 5).

Todas las preguntas se acompañaban de imágenes ilustrativas (ver Tabla 6-29).

Tabla 6-29: Respuestas dadas por los estudiantes al cuestionario "¿Cambio físico o químico?

Preguntas	Respuestas	Frecuencia (n=4)
Disuelvo en agua caliente azúcar.	Es un cambio químico.	3
	Es un cambio físico.	---
	Se producen ambos cambios.	---
	No hay cambio físico ni químico.	1
Pongo hielo en un vaso de leche.	Es un cambio químico.	---
	Es un cambio físico.	3
	Se producen ambos cambios.	1
	No hay cambio físico ni químico.	---
Pongo una tostada en la tostadora. Lo que le ha pasado a la tostada es…	Un cambio químico.	1
	Un cambio físico.	2
	Ambos cambios.	1
	No hay cambio físico ni químico.	---

Hemos descartado la última actividad en la que los alumnos tenían que rodear con un círculo aquellas imágenes que se correspondían con un cambio químico y con un cuadrado las que identificaban como un cambio físico ya que en la transcripción de la grabación, nos dimos cuenta que la entrevistadora lo dijo al revés y así lo interpretó la intérprete.

Cuando se les invita a que compartan y discutan sus respuestas, el alumno Oyente 2 del grupo está en desacuerdo con la respuesta de Nacho a la primera pregunta (disolución de azúcar en agua caliente).

Alumno Oyente 2: *"Nacho no es un cambio químico, porque el azúcar sigue siendo azúcar y el agua, agua. Es un cambio físico"*

Nacho: *"No sé si estoy de acuerdo con él en todo"*

E: *¿Por qué?*

Alumno Oyente 1: *"Es físico*"

Entrevistadora. *¿Por qué?*

Alumno Oyente 1: *"No lo sé explicar"*

Pedro: *"Yo tampoco"*

Tres de los cuatro alumnos atribuyen las disoluciones a cambios químicos, sobre todo cuando de trata de dos líquidos o de un líquido o un líquido y un sólido miscible, tal y como señalan algunas investigaciones con alumnos oyentes (García Barros, Martínez Losada, y Suárez Debén , 2007)

A la tercera pregunta (tostadora de pan), Alberto responde que es un cambio químico y María, Pedro y los alumnos oyentes lo clasifican como cambio físico.

Nacho responde: *"Esto es los dos porque el caliente cambia a otra cosa "*

Para Martínez Losada et al.(2009) y García Barros, Martínez Losada y Suárez Debén, (2007), los alumnos poseen una concepción restringida de mezcla, muy centrada en lo perceptible, como podemos apreciar en las respuestas sobre la disolución de azúcar en café. En sus investigaciones concluyen que la comprensión del concepto de sustancia a nivel macroscópico, permite a los estudiantes clasificar la materia inerte en sustancias puras y mezclas, y caracterizar, así, los cambios químicos como procesos de formación de nuevas sustancias a partir de otras diferentes.

6.7 Experiencia C: Estudio de Caso 3 en 2º de ESO

El EC3 se llevó a cabo en un instituto público con alumnos Sordos en inclusión escolar.

En este caso, desarrollamos la experiencia sobre el cambio de estado del agua para conocer si hay diferencias en los modelos utilizados por los estudiantes Sordos en estas etapas educativas respecto a los de Primaria y, estudiamos los modelos que utilizan con la experiencia de la combustión de una vela y la descomposición térmica del azúcar para tratar de conocer cómo han integrado los conocimientos recibidos sobre cambio químico y cómo ha influido en los modelos que utilizan.

6.7.1. Objetivo

Utilizados por los estudiantes Sordos para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia y si son similares a los utilizados por los alumnos oyentes y además, evaluar las progresión del aprendizaje.

6.7.2. Contexto

6.7.2.1 Centro C

El centro C es un instituto público de Educación Secundaria. Adscrito al Plan Abalar, cuenta con ordenadores personales para cada alumno, laboratorio y una biblioteca con recursos para alumnos Sordos.

El profesorado del centro es reconocido por su labor y por la participación en proyectos de innovación educativa. Aunque los profesores no tienen formación específica en enseñanza a estudiantes Sordos, si tienen experiencia en el aula con estos alumnos y colaboran activamente con los educadores del Centro A, Centro de Educación Especial, donde los niños acuden por las tardes a apoyo escolar.

Cuenta con un alto porcentaje de alumnado inmigrante y las familias de los alumnos que asisten al centro pertenecen a un nivel socioeconómico medio-bajo y bajo.

6.7.2.3. Participantes

En esta ocasión, los participantes fueron dos alumnos Sordos, una estudiante de 18 años con sordera profunda prelocutiva y un alumno hipoacúsico de 14 años de edad, a los que hemos llamado Uxía y Pablo. La Tabla 6-30 recoge los perfiles de los participantes.

Uxía ha estado escolarizada desde sus primeros años en un aula inclusiva en otros centros de la ciudad. Sus padres son Sordos y ha tenido acceso a un lenguaje, en este caso la LSE, desde su nacimiento. Su nivel académico es medio-alto y sus habilidades lecto-escritoras son altas, como su competencia lingüística en LSE. Necesita de intérprete en el aula.

Pablo, es hipoacúsico, utiliza audífonos y es muy competente en lectura labial ya que ha sido sometido a un intenso programa de rehabilitación en el centro A desde los 3 años, ha estado en escolarización combinada en el centro B y actualmente sigue acudiendo al centro A para clases de apoyo. Su padre es Sordo. Pertenece a un colectivo social desfavorecido. Su competencia en LSE es baja, se comunica perfectamente en lengua oral y su nivel de lecto-escritura es medio-alto.

Tabla 6-30: Perfil de los alumnos participantes del centro C

Alumno/a	Uxía	Pablo
Centro	C	C
Edad	18	15
Nivel académico	Medio-Alto	Bajo
Contexto educativo	Inclusión educativa	Escolarizado en el centro A desde los tres años. Tuvo un intenso programa de rehabilitación oral
Habilidad lecto-escritora	Alta	Medio - alta
Competencia en LSE	Alta	Media
Contexto familiar y social	Padres Sordos	Padre Sordo
Tipo de sordera	Sorda profunda prelocutiva. Implante coclear desde los 18 meses. Intenso trabajo de rehabilitación desde los 3 años.	Hipoacúsico con pérdida progresiva de audición

6.7.3. Descripción de la experiencia

Como primera actividad, dos días antes de realizar las secuencias didácticas que describimos más abajo, la profesora de ciencias, llevo a cabo en el aula la actividad “La Caja Negra” (Fernández Uría, 1979 en Gómez Crespo et al, 2012)

Los objetivos de la actividad era que los estudiantes interiorizaran el uso de modelos, promover que reflexionasen acerca de los modelos teóricos que generan para explicar los fenómenos, y, por último, animarlos a que reflexionasen sobre el objetivo de la ciencia, la experimentación, sus limitaciones y su progreso.

En la actividad la profesora enseña a los estudiantes una caja cerrada en la que previamente ha introducido varios objetos (canicas, clavos, varillas, un cascabel, dos lápices y una pelota de goma). Los anima, en grupos de tres a averiguar su contenido y les indica que pueden realizar diversas acciones, como agitarlo para escuchar los sonidos y notar los movimientos internos, utilizar algún instrumento a su alcance como un imán y todo aquello que les ayude a representar lo que hay dentro de la caja.

Antes de que toquen la caja, la profesora les comenta las normas y les hace algunas preguntas, como:

- ¿Qué características de los objetos que hay dentro sí que podemos obtener y con qué sentidos?

-Animaos a hacer un guion de la investigación y tomad nota de todo lo que observáis.

- ¿Qué conclusiones podéis sacar sobre el contenido de la caja

-El contenido de las cajas de los otros grupos es muy parecido, pero no completamente idéntico al vuestro. ¿Pueden las conclusiones de los otros grupos servir para vuestra caja? ¿Hasta qué punto?

La experiencia fue muy positiva y en la reflexión final parece que los estudiantes han comprendido el significado e importancia de la modelización

Una semana después de haber realizado la actividad de la Caja Negra, desarrollamos dos secuencias didácticas relacionadas con la transformación de la materia, en dos días consecutivos.

Su estructura es la misma que la de los cuestionarios ya descritos para el estudio piloto, y, como en el caso de la experiencia en 6º de Primaria, introdujimos preguntas que situaran a los estudiantes en la visión microscópica de los fenómenos observados.

Llevamos a cabo dos secuencias didácticas, en la primera, sobre los cambios de estado en el agua se desarrollaron tres actividades: Actividad POE "cambios de estado del agua", una actividad de introducción de ideas a partir de la visualización del material multimedia elaborado para la investigación "Los cambios de estado del agua" y por último, una actividad de aplicación de ideas " ¿De dónde vienen las gotas de agua que aparecen en la superficie externa de un bote de refresco que sacamos de la nevera", idéntica a la realizada en 6º de Primaria.

La Secuencia didáctica 2 se corresponde con las experiencias realizadas en el centro piloto, es decir, una actividad POE sobre la combustión de una vela, seguida de una actividad de introducción de ideas consistente en la visualización del material multimedia "La Combustión" y, finalmente, una actividad de aplicación de ideas que, se corresponde con el POE sobre la descomposición térmica del azúcar realizada en el centro piloto.

En este caso, los alumnos disponían de un ordenador personal para visualizar la actividad y poder navegar por ella a su gusto.

Las secuencias se desarrollaron en dos sesiones de clase de 50 minutos y, una semana antes de las grabaciones la investigadora visitó el centro para crear un clima de confianza y explicarle a los alumnos el objetivo de la investigación.

6.7.4. Validación y recogida de datos

Los procedimientos de validación y de recogida de datos fueron los mismos que en la experiencia en el centro piloto y en 6º de Primaria.

6.7.5. Herramientas de análisis

Utilizamos las mismas herramientas de análisis que en el estudio piloto para las experiencias de combustión de una vela y descomposición térmica del azúcar y que en el EC2 para los cambios de estado del agua.

6.7.6. Resultados y conclusiones.

Como en las experiencias anteriores, subdividimos los resultados para cada una de las experiencias y, finalmente hacemos una reflexión conjunta sobre las explicaciones que utilizaron los estudiantes para explicar los cambios de estado del agua, la combustión de una vela y la descomposición térmica del azúcar.

6.7.6.1. Actividad 1: Los cambios de estado del agua 2º ESO

La Figura 6-26, recoge las respuestas a los cuestionarios escritos de los dos alumnos participantes.

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

Uxía: Los hielos se van calentando y quedarán líquidos, mejor dicho, se convierten en agua. Porque los hielos se calientan causa por la temperatura alta

Pablo: Los hielos se derretirán y estarán en forma de líquido.

-Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas de agua en el agua en el hielo? Podéis dibujarlo.

Uxía: Las moléculas del sólido son muy fuertes y están muy próximas.

Pablo: Hace un dibujo (Figura 6-24).

- ¿Y en el agua líquida?

Uxía: Pues las moléculas del líquido se separan

Pablo: Lo dibuja (Figura 6-24).

- ¿Y en el vapor de agua?

Uxía: Las moléculas del vapor agua son muy débiles y se mueven libremente.

Pablo: Lo dibuja (Figura 6-24).

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

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

Uxía: Le explicaría que los hielos son sólidos y se hacen fuertes gracias a que la temperatura es fría y baja. Pero los hielos son agua y las moléculas pueden cambiar en varios estados, dependiendo de la temperatura,

Pablo: Que al calentarse el vaso se evaporará en forma de vapor y ascenderán las moléculas de agua, que al final se desaparece.

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

Uxía: Respondería que las moléculas del agua se convierten en líquido porque la temperatura sube y sus partículas se separan y no aguantan en estado sólido teniendo la temperatura alta.

Pablo: Igual. Al estar caliente la superficie las moléculas se dispersan en forma de vapor ascendiendo cara arriba.

Figura 6-26: Respuesta de los alumnos de 2º de ESO al cuestionario sobre la experiencia POE cambio de estado del agua

Uxía prefirió escribir sus respuestas y Pablo las dibujó (ver Figura 6-27). En sus representaciones no tiene en cuenta la separación entre los estados líquidos y gas del agua, dibuja las partículas en un orden perfecto y no se pude inferir en sus dibujos la existencia de movimiento.

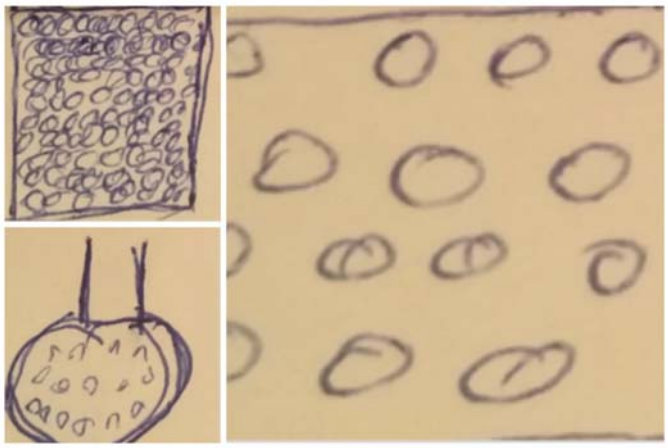


Figura 6-27: Visión microscópica de Pablo (2º de ESO), sobre los tres estados de agregación del agua.

Tanto Pablo como Uxía, son capaces de hablar sobre la naturaleza corpuscular de la materia en un lenguaje cotidiano para explicar los cambios de estado del agua, un objetivo importante para llegar a la alfabetización científica (Eskilsson y Helldén, 2003).

Ambos utilizan el modelo de partículas para explicar el cambio de estado del agua, pero de forma distinta. Uxía hace referencia a la temperatura como causante del movimiento y explicita la distribución de las moléculas en los tres estados con una separación entre moléculas mucho mayor en el estado gas que en el líquido. Ninguno de los dos tiene en cuenta la anomalía el agua en estado sólido, aun cuando es un contenido que se da en 1º de ESO en los temas de cambios de estado y ecosistemas.

Tampoco dibujan la molécula de agua con sus átomos, aun habiendo trabajado en clase con modelos de bola y palo y conociendo la estructura de esta molécula, ni hacen referencia a las fuerzas intermoleculares.

En el aula de Secundaria el número de intervenciones en el grupo fue muy pequeño en comparación con el aula de Primaria y desde luego con el centro piloto.

Los alumnos se sentaron con dos compañeros oyentes, un chico y una chica y la intérprete de Uxía, a propuesta de la profesora. Se limitaron a explicar lo que habían escrito, sobre todo Uxía, pero no fue posible crear un clima de conversación fluido. La intervención de Pablo fue mínima.

Con esto no pretendemos afirmar que en las aulas de ESO no se produzcan momentos de debate entre alumnos, pero creemos que las intervenciones en este caso están más restringidas ya que, como explicaba Silvestre (1991), en estas edades se acentúan las barreras comunicativas entre el alumnado Sordo y el oyente.

La interacción más significativa fue la que transcribimos a continuación:

Oyente 2: *Yo he contestado a las preguntas y listo*

Uxía: *Yo he puesto que el estado de la materia está relacionado con la temperatura. Cuando aumenta la temperatura tienden a separarse las moléculas. Por ejemplo, cuando el agua está como hielo las moléculas están muy unidas, están muy juntas, pero cuando la temperatura sube, entonces el hielo empieza a deshacerse, las moléculas se van separando. Es muy sencillo*

O2: *Yo haría dos explicaciones separadas, una a los alumnos y otra como si fuera profesor. A un niño le explicaría con canicas, por ejemplo. En el sólido pegaría las canicas con pegamento y así podrían mover un poco las partículas. Y luego para el líquido las metería en un recipiente…*

Uxía: *Podrías meter agua en ese recipiente porque así flotaría.*

O2: *Y luego las cambiaría de recipiente para que viesen. Después para el vapor, pondría un globo en el recipiente, lo cerraría al cabo de un rato y después lo abriría para que viesen como el gas se expandía.*

Uxía: *Se nota que eres un experto en el tema ¡Eh!*

E: *Pablo, ¿y tú?*

Marcos: *Igual, diría lo mismo.*

E: *¿Habéis cambiado alguna cosa después de la discusión?*

Uxía: *Tenemos la misma idea, pero cada uno lo expresa de una manera diferente.*

En este caso los alumnos, se refieren al movimiento de las moléculas. Uxía lo relaciona directamente con la temperatura y Pablo, aunque no ha intervenido en la discusión, en sus respuestas escritas lo atribuye al calor.

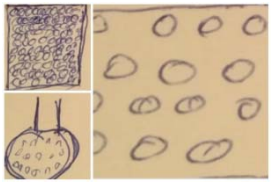
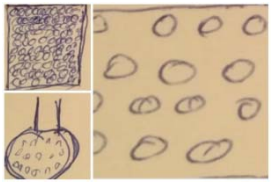
"Al estar caliente la superficie de las moléculas se dispersarán a forma vapor ascendiendo hacia arriba".

Cuando se le pregunta si han cambiado sus ideas después de la discusión con los compañeros, contesta: "*Pasó de sólido a líquido, el hielo se derritió por el calor, al subir las moléculas se empiezan a dilatar."*

Pablo ha asimilado la idea microscópica de que las partículas poseen movimiento, pero no la utiliza para explicar el cambio de estado, sino que le atribuye propiedades macroscópicas a lo microscópico al indicar que las partículas se dilatan, tal y como sucedía en el estudio de Domínguez et al. (1998).

Para ordenar tanto sus respuestas al cuestionario como lo que muestran en sus dibujos, hemos utilizado los criterios utilizados en la experiencia de cambio de estado del EC2, como se observa en la Tabla 6-31:

Tabla 6-31: Análisis de las respuestas escritas, intervenciones y representaciones gráficas sobre los cambios de estado del agua (EC3)

	Uxía Secundaria (18 años)	Pablo Secundaria (15 años)
Vamos a poner unos hielos en un vaso de precipitados y calentaremos hasta alcanzar los 100ºC. ¿Qué piensas que va a ocurrir? ¿Por qué?	Los hielos se van calentando y quedarán líquidos, mejor dicho se convierten en agua. Porque los hielos se calientan causa por la temperatura alta.	Los hielos se derretirán y estarán en forma de líquido.
Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas de agua en el agua en el hielo ? Podéis dibujarlo	Las moléculas del sólido son muy fuertes y están muy próximas.	Hace un dibujo (Figura 6-24). 
¿Y en el agua líquida? ¿Y en el vapor de agua?	Pues las moléculas del líquido se separan. Las moléculas del vapor agua son muy débiles y se mueven libremente.	Lo dibuja (Figura 6-24). 
Ponemos el vaso en el hornillo y dejamos que se vaya calentando y que se alcancen los 100ºC. Observamos lo que pasa. ¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que ocurrió con las moléculas de agua?	Le explicaría que los hielos son sólidos y se hacen fuertes gracias a que la temperatura es fría y baja. Pero los hielos son agua y las moléculas pueden cambiar en varios estados, dependiendo de la temperatura.	Que al calentarse el vaso se evaporará en forma de vapor y ascenderán las moléculas de agua, que al final se desaparece.
¿Cómo crees que respondería a la pregunta tu profesora de ciencias?	Respondería que las moléculas del agua se convierten en líquido porque la temperatura sube y sus partículas se separan y no aguantan en estado sólido teniendo la temperatura alta.	*"Pasó de sólido a líquido, el hielo se derritió por el calor, al subir las moléculas se empiezan a dilatar."*
Modelos	Describe los cambios físicos usando un modelo simple de partículas. Transfieren las propiedades de las substancias a nivel de partículas. "Las moléculas del vapor agua son muy débiles." "Las moléculas pueden cambiar en varios estados." "Sus partículas se separan y no aguantan en estado sólido."	En los cambios de estado hace referencia a cambios en las moléculas. Describe los cambios físicos usando un modelo simple de partículas. No hay conservación de la materia, al evaporarse desaparece. Transfieren las propiedades de las substancias a nivel de partículas: *"al subir las moléculas se empiezan a dilatar."*

De nuestro análisis señalamos que Uxía utiliza un modelo simple de partículas para explicar los cambios de estado, pero transfiere a las partículas propiedades macroscópicas con explicaciones como "*las moléculas del vapor de agua son muy débiles", "las moléculas pueden cambiar en varios estados"*.

Por la baja participación de Pablo en la conversación con los compañeros, solo hemos podido fundamentarnos en los dibujos y respuestas escritas, por lo que no estamos seguras, si realmente es capaz de expresar el modelo mental que utiliza a la hora de dar sus explicaciones por escrito. Como Uxía, parece utilizar un modelo simple de partículas y transfiere las propiedades de la substancia a nivel molecular.

Las explicaciones de los dos alumnos se situarían en el Nivel III de Handelfedt y Neumann (2014).

Una vez más insistimos en la dificultad que puede tener un profesor para evaluar a un alumno Sordo y en la necesidad de desarrollar actividades de argumentación en el aula, no solo por su contribución al desarrollo de las competencias básicas y objetivos generales de la educación científicas, sino como señala Jiménez Aleixandre (2010), porque argumentar es comunicar y puede colaborar al desarrollo de la competencia comunicativa que, en el caso del alumnado Sordo es esencial.

6.7.6.2 Actividad 2: La combustión de una vela 2º ESO.

Los alumnos habían trabajado anteriormente en el aula con los cambios químicos y conocían la reacción de combustión. Como ya citamos, en esta experiencia se les pedía a los alumnos tenían que predijesen, observasen y explicasen lo que ocurriría al tapar una vela encendida con un vaso, escribiendo sus anotaciones en un cuestionario.

Pablo responde en el cuestionario, tal y como se indica en la Figura 6-28.

Inicialmente responde que la vela se apaga porque no hay oxígeno, pero luego atribuye al cambio de estado, indicando que el *"gas se transformará en líquido y apagará la vela"*. Sus afirmaciones pueden encuadrarse en la categoría de modificación de Andersson (1990).

En la discusión en grupo los dos alumnos oyentes indicaron que se estaba produciendo una reacción química, a lo que él respondió: *"Es un cambio de estado"* sin aportar más explicaciones y sin que sus compañeros le rebatiesen, aun con la insistencia de la entrevistadora.

O2: *Es una reacción química, la combustión, porque la vela tiene carbonos e hidrógenos y con el oxígeno forma agua y un humo.*

E: *¿Qué es el humo?*

O2: *No lo sé, no recuerdo el nombre.*

E: *Pablo: ¿Tu opinas lo mismo?*

Pablo: *Es un cambio de estado.*

E: *¿Por qué?*

Pablo: *Porque es un cambio de estado. El gas se convierte en líquido y apaga la vela.*

E: *¿Qué opináis?* (dirigiéndose al O1 y O2).

O2: *Que es una combustión.*

E: *¿Y si nos ponemos de acuerdo?*

No responden.

-Vamos a encender una vela y taparla con un vaso. ¿Qué crees que va a ocurrir? ¿Por qué?

Pablo: Se calentará el vaso por el calor acumulado pero la vela se apagará. Porque dentro del vaso no hay oxígeno y entón se apagará.

-Anota lo que observas cuando tapamos la vela encendida ¿Qué ha ocurrido? Nos fijamos en el vaso ¿Qué hay en sus paredes?

Pablo: Se apagó y en sus paredes había como un líquido.

- ¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que acabas de ver?

Pablo: Que al poner la vela dentro de un vaso se apagará por cambio de estado gas-líquido.

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

Pablo: Al poner dentro de un vaso, el gas se transformará en líquido y se apagará la vela.

Figura 6:28: Respuestas de Pablo al cuestionario escrito sobre la combustión de una vela

Estos resultados coinciden con las otras investigaciones (Boujaoude 1991; Kind, 2004; Méheut et al., 1985), que indican que los estudiantes oyentes no conocen con precisión el papel del oxígeno en la combustión, y piensan que ocurre un cambio de estado.

A continuación, navegaron por el material multimedia "La Combustión" realizado para esta investigación.

6.7.6.3 Actividad 3: La descomposición térmica del azúcar. (EC3)

Por último, se realiza la experiencia de la descomposición térmica del azúcar. Se le pide que anote lo que observa cuando quemamos el azúcar y que se fije en las paredes del tubo de ensayo.

Pablo, responde en el cuestionario escrito que se trata de un cambio físico, enmarcándose en la categoría de modificación de Andersson (1990). Indica que el azúcar pasará de estado sólido a líquido, por medio del calor generado por el mechero, que pasa a ser el agente responsable de la modificación de sus propiedades.

Cuando la entrevistadora le pregunta por una explicación sobre la procedencia del agua en las paredes del tubo de ensayo, para intentar una progresión hacia modelos más sofisticados, contesta:

E: *Pablo, ¿cómo explicas que haya agua en las paredes del tubo?*

Pablo: Porqu*e el azúcar se evaporó para formar caramelo.*

E: *Pero era agua...*

Pablo: *Sí, porque se evaporó.*

Posteriormente se llevó a cabo la discusión en grupo en la que Pablo se mostró totalmente ausente, por lo que no hubo ninguna progresión en el modelo que utilizó inicialmente.

La Figura 6-29 recoge sus respuestas escritas al cuestionario ya que no participó en el debate. Solo afirmaba que estaba de acuerdo con las intervenciones de sus compañeros.

-El azúcar que usamos en los postres, está hecho de carbono, oxígeno e hidrógeno. Su fórmula es $C_{12}H_{22}O_{11}$. ¿Qué creéis que ocurre cuando quemamos azúcar? ¿Por qué?

Pablo: El azúcar seguirá siendo azúcar cambiará de color como caramelo y se evaporará en forma de oxígeno. Porque al calentar cambiará de estado a estado vapor por la calor acumulada.

-Anota lo que observas cuando quemamos el azúcar. ¿Qué ha ocurrido? Nos fijamos en el tubo de ensayo. ¿Qué hay en sus paredes?

Pablo: Debajo del tubo al calentar se cambió de color como caramelo en sus paredes.

- ¿Ha cambiado el azúcar?

- ¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que acabas de ver?

Pablo: Sí, al calentar el azúcar se evaporó y se convertirá en caramelo.

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

Pablo : Por la calor de la superficie, el azúcar cambiará de estado y cambiará el color, como caramelo.

Figura 6-29: Respuestas de Pablo al cuestionario escrito sobre la descomposición térmica del azúcar

Como en el caso anterior nos parece adecuado agrupar en una Tabla los resultados obtenidos y categorizarlos. En este caso analizamos los modelos utilizados por Pablo para explicar el cambio químico ya que Uxía se ausentó (ver Tabla 6-32).

Tabla 6-32: Categorización de los modelos usados por Pablo para explicar la combustión de una vela y la 6.8. Análisis de la progresión de aprendizaje de los estudiantes

	Pablo, Secundaria (15 años)
Vamos a encender una vela y la vamos a tapar con un vaso ¿qué crees que va a ocurrir? Dibújalo	Se calentará el vaso por el calor acumulado pero la vela se apagará. Porque dentro del vaso no hay oxígeno y entonces se apagará.
Anota lo que observas cuando tapamos la vela encendida ¿Qué ha ocurrido? Nos fijamos en el vaso ¿Qué hay en sus paredes?	Se apagó y en sus paredes había como un líquido. Por el humo.
¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que acabas de ver?	Que al poner la vela dentro de un vaso se apagará por cambio de estado gas-líquido.
El azúcar que usamos en los postres, está hecho de carbono, oxígeno e hidrógeno. Su fórmula es $C_{12}H_{22}O_{11}$. ¿Qué creéis que ocurre cuando quemamos azúcar?¿Por qué?	Al poner dentro de un vaso, el gas se transformará en líquido y se apagará la vela.
Modelos	Los modelos utilizados se corresponden con la categoría de Modificación de Andersson (1984, 1986, 1990) Según la categorización de Hadenfeldt y Neumann (2014), estarían en NIVEL II: Los estudiantes reconocen las reacciones químicas a través de la aparición de una nueva substancia con otras propiedades distintas de los reactivos, pero no tienen un nivel de percepción de partículas para explicar correctamente las reacciones químicas. Los estudiantes piensan que los productos de la reacción química ya estaban presentes en los reactivos. Que los reactivos están siempre presentes pero cambian algunas de las propiedades. No reconocen la relación entre productos y reactivos. Los reactivos cambian a nuevas substancias o a energía.

Niveles de progresión de aprendizaje

Aunque pretender contestar a la pregunta 6: ¿Se corresponde la progresión de aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones con la que se describe en la literatura para los alumnos

oyentes, necesitaría de un estudio longitudinal, nos hemos basado en los niveles de progresión de aprendizaje propuestos por Handelfet y Neuman (2014), para hacer un análisis de metadatos que nos permita entender la progresión de cada uno de los alumnos de Primaria y Secundaria a lo largo de las distintas experiencias. Los resultados se muestran en la Tabla 6-33.

Tabla 6-33: Niveles de progresión del aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones en los estudiantes de Primaria y ESO

Alumno	Cambios de estado Niveles (Hadenfeldt y Neumann 2014)	Cambios químicos Niveles (Hadenfeldt y Neumann 2014)
María, Primaria (16 años)	Nivel II-III Inicialmente, explica condensación como transmutación de frio a agua. En un principio su explicación es descriptiva macroscópica. En la secuencia utiliza modelo de partículas y en los dibujos aumenta la dispersión de sólido a gas. Mantiene la disposición de las partículas. Al final de la secuencia sigue explicando la condensación como transmutación "El frío se convierte en agua".	Nivel I No hay nada que explicar. Respuestas descriptivas hacen solo referencia a aspectos macroscópicos.
Alberto, Primaria (13 años)	Nivel III-IV En los cambios de estado hace referencia a cambios en las moléculas. Inicialmente, explica condensación como transmutación de frio a agua. Desde el principio, utiliza el modelo de partícula en sus explicaciones. En la secuencia utiliza modelo de partículas y en los dibujos aumenta la dispersión de sólido a gas. Representa los átomos de hidrógeno y oxígeno de la molécula de H2O. Al final de la secuencia explica la condensación como un cambio de fase. El agua (g) del aire a agua (l) en la superficie de la lata.	Nivel I No hay nada que explicar. Respuestas descriptivas hacen solo referencia a aspectos macroscópicos.
Nacho, Primaria (14 años)	Nivel II-III En los cambios de estado hace referencia a cambios en las moléculas. Inicialmente, explica condensación como desplazamiento a través del cristal. Desde el principio, utiliza el modelo de partícula en sus explicaciones. En la secuencia utiliza modelo de partículas y en los dibujos aumenta la dispersión de sólido a líquido y disminuye de líquido a gas. Al final de la secuencia explica la condensación como desplazamiento del agua a través del cristal.	Nivel II Considera el aire necesario para la combustión, pero no está clara su función. El que se empañe el vaso se debe al humo.
Pedro, Primaria (14 años)	Nivel II-III En los cambios de estado hace referencia a cambios en las moléculas En un principio explicación descriptiva macroscópica. Durante la secuencia describe el modelo de partícula de forma correcta pero no lo utiliza en las explicaciones. que son descriptivas y macroscópicas.	Nivel I No hay nada que explicar. Respuestas descriptivas hacen solo referencia a aspectos macroscópicos.

Uxía, ESO (18 años)	NIVEL III Describe los cambios físicos usando un modelo simple de partículas. Transfieren las propiedades de las substancias a nivel de partículas. "Las moléculas del vapor agua son muy débiles." "Las moléculas pueden cambiar en varios estados." "Sus partículas se separan y no aguantan en estado sólido."	
Pablo, ESO (15 años)	NIVEL III En los cambios de estado hace referencia a cambios en las moléculas. Describe los cambios físicos usando un modelo simple de partículas. No hay conservación de la materia. Al evaporarse desaparece. Transfieren las propiedades de las substancias a nivel de partículas. "Al subir las moléculas se empiezan a dilatar."	NIVEL II Los estudiantes reconocen las reacciones químicas a través de la aparición de una nueva substancia con otras propiedades distintas de los reactivos, pero no tienen un nivel de percepción de partículas para explicar correctamente las reacciones químicas. Los estudiantes piensan que los productos de la reacción química ya estaban presentes en los reactivos. Que los reactivos están siempre presentes, pero cambian algunas de las propiedades. No reconocen la relación entre productos y reactivos. Los reactivos cambian a nuevas substancias o a energía. Se corresponde con la categoría de modificación de Andersson (1986). La fuente de calor se interpreta como la responsable de la modificación de las propiedades de la substancia. La substancia es la misma pero cambian algunas propiedades como el a estado físico, el color o el olor.

6.9 Discusión general

El análisis de los resultados obtenidos en todas las experiencias realizadas parece dar respuesta a las preguntas 4, 5 y 6 del Objetivo 2.

Preguntas 4 y 5: ¿Qué modelos utilizan los estudiantes Sordos para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia? ¿Los modelos utilizados por el alumnado Sordo para explicar la materia y sus transformaciones, debido a sus características singulares son similares a los utilizados por los alumnos oyentes?

En la mayoría de las explicaciones que elaboran los estudiantes se utiliza un razonamiento lineal causal, los estudiantes no tienen en cuenta todas las variables relevantes, es decir, sus

explicaciones están limitadas a lo que se puede observar directamente; lo que no se percibe se ignora como señalan Driver et al. (1989).

Estos resultados pueden verse influenciados por la poca práctica de laboratorio que parecen demostrar en algunas de sus intervenciones, ya que las experiencias directas contribuyen a mejorar la calidad de las respuestas, sobre todo en la población estudiantil Sorda, donde el componente visual y de experiencia directa toma, si cabe, mayor importancia en lo que White (1978) define como “uniones específicas entre imágenes y episodios”.

Las primeras respuestas a las preguntas sobre el cambio de estado indican que la mitad de los estudiantes de Primaria que han participado en el estudio, explican las experiencias a un nivel descriptivo, funcional y macroscópico. Así, inicialmente, Pedro y María indican que no hay nada que explicar ante el fenómeno de cambio de estado, pero, a través de la construcción del conocimiento con sus compañeros, evolucionan hacia la categoría de transmutación.

La introducción de actividades de introducción de ideas y, sobre todo a partir de la discusión entre compañeros, posibilita la evolución hacia modelos que implican una mayor dificultad cognoscitiva que empiezan a utilizar en actividades posteriores.

A la hora de interpretar fenómenos químicos como la combustión, la categoría de sus explicaciones se corresponde con la categoría "no hay nada que explicar".

Dos de los estudiantes aluden al oxígeno como necesario para la combustión, pero no especifican su función.

No hacen referencia directa a la formación de dióxido de carbono y de agua en la combustión, al no ser directamente perceptibles, y aun cuando la entrevistadora hace hincapié en la presencia del vapor de agua, no reconocen el dióxido de carbono. Watson y Prieto (1995) señalan la necesidad de poner énfasis en el aula en aspectos como el papel de los gases en la combustión, puesto que la categoría de transmutación o modificación no pueden explicarlo, pero si la de la “Interacción química”.

Podemos concluir que los estudiantes de Primaria conocen el modelo de partículas, pero no lo utilizan en sus explicaciones, que se limitan a una visión macroscópica.

En el grupo de Secundaria, presentan una visión microscópica de la materia y describen los cambios usando un modelo simple de partículas. Transfieren las propiedades de las substancias a nivel de partículas, diciendo por ejemplo que *"al subir las moléculas se empiezan a dilatar."*

En las experiencias de la combustión de una vela y la descomposición térmica del azúcar, utilizan la categoría de modificación de Andersson para explicar la transformación del azúcar en carbón, es decir, la categoría utilizada depende de la sustancia combustible en clara concordancia con los estudios realizados por Méheut (1985).

Las estructuras de transmutación y modificación están fuertemente arraigadas en los estudiantes, pues pueden explicar la mayoría de las observaciones cotidianas de la combustión. Una de las razones de su persistencia es que se trata de estructuras que requieren un menor nivel de procesamiento cognitivo que la interacción química (Watson y Prieto, 1995).

Estos resultados coinciden con Chi (1998), que un cambio conceptual no radical, como puede ser la confusión entre combustión y cambio de estado, es mucho más sencillo que entre categorías ontológicas y que este es casi imposible de realizar puesto que la barrera psicológica es mucho mayor que en el primer supuesto.

Por último, en la experiencia sobre la descomposición de la materia se formulaba una pregunta abierta en el estudio piloto, donde los y las estudiantes tenían que explicar la transformación de la materia. Hemos observado que en esta experiencia algunos estudiantes hacen transferencia del mundo macroscópico al microscópico (por ej. un animal muere y los átomos también mueren). En las conversaciones aparece la idea de que la tierra es el punto final de la descomposición sin hacer referencia a los gases que se producen, también aparece la idea de ciclo de la materia, indicando que son los átomos los que se conservan. Inicialmente aparecieron dos categorías, "No necesita explicación" y desplazamiento, que fueron variando a lo largo de sus intervenciones hacia las categorías de transmutación, acorde con los resultados obtenidos con los y las estudiantes oyentes (Helldén, 1995).

Las explicaciones de los fenómenos se corresponden con los reportados en la literatura para alumnos oyentes (Driver et al, 1989; Liu y Lesniak, 2005; 19; Watson y Prieto; 1997).

Pregunta 6: ¿Se corresponden las progresiones de aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones con las que se describe en la literatura para los alumnos oyentes?

Respecto a los niveles de progresión de aprendizaje, solo un alumno se sitúa en el nivel que coincide con el modelo científico escolar. Observamos que la progresión de los niveles inferiores a otros de mayor complejidad es difícil, tal como indicaba Benarroch (2001), ya que los esquemas operativos resultantes de su desarrollo cognoscitivo dificultan este paso.

Tanto los modelos utilizados como la consistencia de sus explicaciones son semejantes a los que aparecen en la literatura con alumnos y alumnas oyentes, pero tiende a desviarse significativamente en Secundaria ya que, en esta etapa, los alumnos oyentes, generalmente, son capaces de explicar los cambios químicos con explicaciones más cercanas al modelo de partículas (Liu y Lesniak, 2005; Roald y Mikalsen, 2000).

En varias ocasiones, los estudiantes no entienden que haya que explicar este cambio; es un fenómeno cotidiano que no necesita explicación, este tipo de razonamiento trae consigo dos reflexiones; por un lado, la solidez que presentan las estructuras alternativas a la hora de explicar un fenómeno y, por otro, el desarrollo de dos estructuras diferentes de explicación, las personales y las escolares, en dos dominios diferentes, el cotidiano y el simbólico (Solomon, 1983).

El hecho de poder convertir en discurso las ideas medio formadas, de signar juntos, pudo originar la transición de una a otra estructura como ocurre en las conversaciones de estudiantes oyentes (Reid y Hodson, 1993). Así hemos observado que, en el centro piloto, donde había seis alumnos Sordos en agrupamiento escolar, las discusiones entre iguales eran más ricas en contenido y surgían espontáneamente mediante las intervenciones que animaban a participar de la investigadora. En Primaria también se produjeron algunos momentos de interacción entre iguales, pero, sin embargo, en la ESO las intervenciones de los alumnos Sordos fueron muy limitadas.

Estos resultados parecen sugerir que el agrupamiento escolar de los y las estudiantes Sordos puede ser beneficioso para estimular la argumentación en el aula de Ciencias con estudiantes Sordos.

Tanto en los comentarios de Alex como en el de Nacho, Pedro o María, se observan problemas epistemológicos, la ciencia tiene poco que ofrecerles como instrumento que permite explicar los fenómenos cotidianos, y, además, en algunos casos, se observa un cierto rechazo hacia las disciplinas científicas.

Creemos que, así como se han hecho estudios longitudinales (Löfgren y Helldén, 2009) y de gran alcance (Liu y Lesniack, 2005, 2006), sobre la progresión del aprendizaje sobre la teoría cinético-molecular de la materia, un área de investigación futura podría ser estudiar dicha progresión con alumnos Sordos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Capítulo 7. ANÁLISIS DEL DISCURSO ENTRE ESTUDIANTES SORDOS A LA HORA DE INTERPRETAR CUESTIONES RELACIONADAS CON LA TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA

7.1. Introducción

Algunos autores (Jiménez y Díaz de Bustamante, 2003; Osborne y Patterson, 2011; Sarda y Sanmartí, 2000) sostienen que las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas y que el conocimiento de las formas de hablar y de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su evolución; así, muchas de las investigaciones en Didáctica de las Ciencias, utilizan el discurso de aula para analizar y comprender las características de la construcción del conocimiento científico entre grupos de alumnos y profesores creando comunidades de aprendizaje en el aula. (Roth y Roychoudhury 1992; Brown, 1997).

Compartimos con Lemke (1997) y con (Sutton, 2003) que la concepción de que "hacer ciencias" está ligado a “hablar ciencia" y esto supone apropiarse de “patrones temáticos de la ciencia” y, además, para "hacer ciencia" el alumno necesita apropiarse de las formas discursivas asociadas al trabajo de las ciencias

Desde esta perspectiva, en este capítulo se presentan los resultados de un estudio preliminar sobre los patrones de interacción discursivos que se dan en el aula con alumnos Sordos. Consideramos que en el análisis de procesos de comunicación y aprendizaje en el aula de ciencias con este colectivo de estudiantes, es necesario considerar la dimensión discursiva en el estudio de la construcción de la argumentación colectiva, bien en la interacción entre alumnos

Sordos, como en el caso de los alumnos Sordos del centro piloto, bien entre alumnos Sordos y oyentes en Escolarización Combinada o en el aula inclusiva.

Para ello, en primer lugar, analizamos los componentes del discurso en el aula, identificamos los patrones de interacción y la complejidad del razonamiento de un grupo de alumnos Sordos cuando discuten sobre la materia y sus transformaciones. A continuación, analizamos las interacciones de los alumnos Sordos en grupos con alumnos oyentes en Escolarización Combinada en Primaria y en inclusión escolar en la ESO y, por último, comparamos los patrones de interacción en las distintas modalidades de escolarización.

Para Anderson (1994) y (Basili y Sanford, 1991), los resultados positivos que acompañan a los procesos de argumentación en el aula son menores cuando las interacciones son solo entre alumnos que cuando interviene el profesor, por varias razones, como pueden ser el hecho de que el nivel de motivación o implicación de cada alumno está relacionado con factores como los sentimientos hacia el líder del grupo, el diferente estatus social o la pertenencia a una minoría, por ejemplo, y también, como señalan otras investigaciones en esta área (Sampson y Clark, 2008; Jiménez-Aleixandre y Pereiro-Muñoz, 2002) porque los estudiantes tienen dificultades para construir argumentos. Un ejemplo de estas dificultades pueden ser la tendencia a hacer declaraciones sin apoyarlas con datos, dejar de citar pruebas en sus contra-argumentaciones (Sandoval y Millwood, 2005) o a no aportar justificaciones (Bell y Linn, 2000).

Si el potencial de las Personas Sordas es semejante al de los oyentes (Fhurt, 1966; Marchesi, 1992) podríamos esperar que su competencia argumentativa estuviese al mismo nivel que en los alumnos oyentes, pero, esta paridad, necesita de un código lingüístico y de un entorno apropiado.

Así, los estudiantes Sordos pueden no tener dificultades en la síntesis de la información, dependiendo de su competencia lingüística, pero sí las tienen para discutir y argumentar, porque no han desarrollado los hábitos de explicar sus puntos de vista o defender sus posturas en ambientes educativos o familiares (en el caso de que sus padres sean oyentes) que les ofrezcan interacciones comunicativas plenas (Silvestre,1998). Esta falta de experiencia argumentativa, según Wood (1991), les conduce, más que a justificar su postura, a repetir sus propios deseos

y, generalmente, intervienen poco en los debates de aula o, cuando lo hacen, no suelen discutir ni elaborar argumentos.

Los estudios sobre las habilidades pragmáticas de los estudiantes Sordos, indican que son menos eficaces para pedir aclaraciones y menos propensos a hacer preguntas que sus compañeros oyentes (Jeanes, Nienhuys, y Rickards 2000; Lederberg y Everhart, 2000; SantaOlalla, 2010).

Otros autores como (Marsahck, 2003; Molander, Pedersen y Norell, 2001; Wood, 1991), señalan, además, que los alumnos Sordos procesan generalmente los conceptos a nivel individual y tienen serias dificultades para encontrar relaciones entre conceptos.

A estas dificultades que necesitan para discutir y debatir entre distintos modelos y concepciones que les conduzcan a producir conocimiento científico, se suma la de poseer un lenguaje científico accesible que convierta el aula de ciencias en un espacio común de comprensión.

Molander et al. (2007), indican que la ambigüedad de algunos signos puede afectar al desarrollo del discurso entre estudiantes Sordos entre ellos o con oyentes, ya que, para estos últimos, tal ambigüedad es mucho menor por el acceso a estos términos en otros contextos no formales en su vida cotidiana (TV, radio, etc.).

En resumen, la actividad argumentativa es difícil de realizar para los estudiantes Sordos y otros estudiantes bilingües de Educación Secundaria Obligatoria, porque no solo tienen que sumergirse en otro dominio (Aikenhead, 1996; Solomon, 1983), sino que también tienen que atravesar la frontera entre su lengua primaria y un idioma secundario, con diferente vocabulario y gramática.

Por lo tanto, para desarrollar sus habilidades argumentativas es necesario proporcionarles andamiajes e instruirlos en habilidades argumentativas desde la Educación infantil y continuar a lo largo de su etapa educativa (SantaOlalla, 2010).

Una forma de evitar estas dificultades, según Chin y Osborne (2010), es utilizar la potencialidad de las preguntas escritas y orales como andamiaje cognitivo para iniciar la argumentación en ciencias basada en la indagación. Estos autores, llevaron a cabo un estudio

con estudiantes oyentes de entre 12 y 14 años de cuatro países diferentes en el que se les pedía que discutiesen cuál de los dos gráficos que se les presentaban representaba mejor el cambio de temperatura de hielo a vapor. El análisis del discurso mostró que las preguntas incitaban a los estudiantes a explicitar sus ideas alternativas, identificar y relacionar conceptos claves pertinentes a construir sus explicaciones y a considerar otras propuestas alternativas cuando expusieron sus ideas. A partir de la correlación positiva entre la introducción de preguntas y la calidad de los argumentos que aparecía en los resultados de esta investigación, los autores concluyen que los estudiantes en general, necesitan una serie de habilidades pragmáticas que les ayuden a argumentar sus opiniones y estas habilidades llevan implícitas la síntesis de la información y la formulación de argumentos y explicaciones propias.

Teniendo en cuenta los resultados de dicha investigación, planteamos este estudio sobre las interacciones discursivas de los alumnos Sordos a partir de una serie de preguntas escritas de los cuestionarios utilizados en las experiencias, ya citadas en el Capítulo 6, para que sirviesen de "andamios de aprendizaje" a los estudiantes Sordos que participaron en nuestra investigación.

7.2. Objetivo

Para explorar los beneficios en el aprendizaje de las ciencias que puede aportar a los estudiantes Sordos el hecho de “signar juntos”, en este estudio inicial, examinamos los componentes del discurso, patrones de interacción, y complejidad del razonamiento de un grupo de alumnos Sordos del último curso de ciclo medio de FP que participaban en una experiencia piloto de agrupamiento escolar cuando explican la transformación de la materia y lo comparamos con el discurso generado en otros ambientes de aprendizaje derivados de las distintas modalidades de escolarización.

Utilizamos 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.

El objetivo de este estudio se corresponde con el Objetivo 2 de esta Tesis que se concreta en dos preguntas de investigación:

Pregunta 7: ¿Qué tipo de patrones de interacción utiliza el alumnado Sordo para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia?

Pregunta 8: ¿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?

7.3. Metodología

La metodología de la experiencia no solo se amoldaba a las capacidades comunicativas del alumnado Sordo, sino que se reforzaban contenidos de cursos anteriores para atender a la heterogeneidad del alumnado y se promovía la adaptación entre alumnos Sordos y oyentes. Los grupos de alumnos Sordos se disponían en abanico para atender a las de la lengua de signos y la organización horaria se planifica de modo que los y las estudiantes no les queden huecos libres entre clases, excepto en los recreos.

7. 3. 1. Contexto

El contexto principal de este estudio es del centro piloto, descrito en el Capítulo 6. Se trata de un centro público situado en el extrarradio de una ciudad gallega que, en el momento de la toma de datos, se encontraba realizando una experiencia piloto de agrupamiento de estudiantes Sordos.

También se han analizado algunas de las secuencias de los estudios de caso 2 y 3, es decir, el centro B de Primaria y el C de Secundaria que se describieron en el Capítulo 6.

La Tabla 7-1 describe las características de los centros participantes en este estudio.

Tabla 7-1: Características de los centros participantes

Centro	Modalidad educativa	Etapa Educativa
Piloto	Agrupamiento escolar	Ciclo Medio FP
B	Escolarización Combinada	Primaria
C	Inclusión escolar	ESO

7.3.1. Participantes

Participaron los seis estudiantes Sordos del centro piloto, los dos estudiantes de Primaria en Escolarización Combinada en el centro B y dos estudiantes de ESO del centro C.

No pudimos analizar las interacciones de los estudiantes del centro D por no disponer de permisos de grabación.

Sus perfiles ya se han definido en el Capítulo 6 de esta Tesis y en la Tabla 7-2 resumimos la información.

Tabla 7-2: Perfil educativo de los participantes y centro al que pertenecen.

Nombre ficticio	Centro	Edad	Competencia lecto-escritora	Competencia en LSE	Acceso a un lenguaje
Bea	Pilo	20	Alta	Alta	Temprano
Iria	Pilo	20	Baja	Media	Tardío
Marta	Pilo	20	Media	Media-alta	Temprano
Olalla	Pilo	21	Media	Alta	Temprano
Alex	Pilo	19	Baja	Media	Tardío
Julia	Pilo	19	Alta	Alta	Temprano
Nacho	B	14	Alta	Alta	Temprano
Pedro	B	14	Baja	Media	Tardío
Uxía	C	18	Alta	Alta	Temprano
Pablo	C	15	Alta	Media	Temprano

7.3.3. Toma de datos

Las sesiones fueron grabadas en vídeo y los alumnos no se mostraron cohibidos por el hecho de ser grabados. Se utilizaron dos cámaras una en posición frontal enfrente del grupo y otra lateral, para recoger toda la información y poder atender a las características viso-espaciales de la LSE, lengua en la que se comunicaron. En el aula del centro piloto se

encontraban los alumnos participantes, la investigadora, que solo intervenía animando a participar en la discusión, y la intérprete de LSE.

En el centro de Primaria el proceso fue el mismo y, en Secundaria las grabaciones se hicieron con el grupo aula, aunque una de las cámaras grababa al grupo de alumnos oyentes y Sordos.

Los datos principales para este estudio fueron las transcripciones de las interacciones del grupo de alumnos cuando construían modelos mentales sobre la materia y sus transformaciones para explicar las experiencias realizadas y los presentaban y discutían con sus compañeros.

Contamos con dos bases de datos diferentes: el material visual- signado y las elocuciones de los intérpretes.

Las grabaciones de las tres experiencias realizadas en el centro piloto duran un total de 89 minutos y fueron transcritas al detalle para su posterior análisis.

La trascripción de los datos no fue sencilla, al tratarse la LSE de una lengua, que por su carácter espacial carece de una escritura estandarizada, por lo que contamos con la ayuda de una intérprete para validar las transcripciones.

En el caso de los alumnos de Primaria y Secundaria de los centros B y C el proceso fue similar.

7.4. Herramientas de análisis del discurso

En primer lugar, transcribimos las intervenciones y las codificamos. A través de la interacción con los datos, fuimos refinando las tablas de codificación hasta conseguir una codificación que permitiese describir todos los datos satisfactoriamente. Una vez establecida la codificación, se recodificaron todas las transcripciones siguiendo el esquema que detallamos a continuación:

1. Codificamos las formas de discurso (macrocódigos)
2. Codificamos los tipos de respuesta (microcódigos)
3. Discernimos los patrones de interacción.

4. Creamos mapas de proposición conceptual.
5. Evaluamos la complejidad del razonamiento.

7.4.1. Macrocódigos

El primer paso para analizar las transcripciones fue determinar los principales modos de discusión en el grupo tal y tomando como referencia el estudio de Sóñora Luna, García-Rodeja y, Brañas, 2001).

Hemos utilizado tres tipos de códigos, que denominamos macrocódigos para clasificar las sentencias de los y las estudiantes:

-Construcción del conocimiento (por ej., cuando se discute un fenómeno científico entre compañeros).

-Logístico (cuando se trata de concretar aspectos de la tarea).

-Fuera de tarea (la discusión no tiene relación con la tarea).

Para analizar los macrocódigos se utilizaron los turnos de conversación, un turno empieza cuando una persona comienza a hablar sobre un tema y termina cuando otra persona comienza a hablar sobre ese tema.

7.4.2. Microcódigos

El siguiente paso fue refinar los tipos de afirmaciones que utilizaban los estudiantes durante la construcción del conocimiento en cada turno de discusión. Se han clasificado tres tipos de categorías de microcódigos en función de los tipos de afirmaciones de los estudiantes.

- Intervenciones conceptuales (por ej., “Los sólidos son duros”).

- Intervenciones metacognitivas.

1. Reguladoras. Dirigen la acción de la tarea (por ej. “Ahora vamos a discutirlo en grupo.”).

2. Evaluativas. Evalúan el grado de compresión de la tarea o de la compresión del grupo o del profesor (por ej., “¿Entendéis? “).
3. Basadas en estándar. Comunican la naturaleza de los objetivos de la tarea de acuerdo con criterios externos o del grupo (por ej., "Recordad lo que hicimos antes.”).

- Intervenciones tipo pregunta-duda. Se incluyeron en el mismo tipo de afirmación porque su función es similar, aunque son diferentes en forma y contenido. Así, una pregunta es un requerimiento directo de información (por ej., "¿Qué has respondido en la pregunta dos?") y una duda no tiene una respuesta directa (por ej., "¿Crees que son los átomos los que desaparecen?").

Estas intervenciones se diferencian de las conceptuales en que se trata de preguntas donde únicamente se requiere información.

Para categorizar las unidades de discurso, hemos construido una lista de microcódigos modificando la construida por Hogan et al. (2000) en función de las respuestas obtenidas en nuestro análisis, por la gran cantidad de intervenciones que hacen referencia a la ejecución de la tarea.

La Tabla 7-3 recoge la lista de microcódigos utilizados en el análisis de las transcripciones.

La lista de microcódigos fue consensuada con otros investigadores que nos ayudaron a identificar ambigüedades en su definición, solapamientos, etc.

Tabla 7-3: Lista de microcódigos utilizados en el análisis de las transcripciones

Categoría de las afirmaciones	Tipo de afirmación	Microcódigo
Conceptual	Presenta una idea	P-Id
	Presenta una idea parcial	P-PI
	Presenta información	P-In
	Presenta un resumen	P-Su
	Se repite a sí mismo	Rp-S
	Repite lo que otro ha dicho	Rp-O
	Elabora una idea propia	EI-S
	Elabora la idea de otro	EI-O
Metacognitiva	Evalúa su propia idea	Ev-SI
	Evalúa la idea de otro	Ev-OI
	Evalúa la dificultad de la tarea	Ev-D
	Reflexiona sobre los estándares	Rf-St
	Refleja que comprende	Rf-U+
	Refleja que no comprende	Rf-U-
	Regula la acción	Rg-A
	Afirma que comprende de la tarea	AT+
	Afirma que no comprende la tarea	AT-
	Requiere reflexión sobre las distintas opiniones	R-R
Tipo Pregunta- Duda	Requiere acuerdo	Rq-A
	Requiere desacuerdo	Rq-D
	Presenta una duda	P-qy
	Pide información	R-In
	Pide información sobre la tarea	R-InT
	Pregunta sobre la comprensión de la tarea	R-IT
Sin significado	Está de acuerdo	R-A
	Está en desacuerdo	R-D
	Reacción neutral	R-N
Otros	Digresiones	D-I
	Incodificable	U-C

7.4.3. Mapas de discurso

Los mapas de discurso representan el análisis de cada sentencia del alumno/a o profesor/a atendiendo a los tres macrocódigos citados y constituyen una representación gráfica del discurso. Hemos considerado que en esta investigación no es necesaria dicha representación

gráfica, ya que, al no contar con un número elevado de intervenciones, los resultados se pueden mostrar claramente en tablas como las que mostramos más adelante.

7.4.4. Patrones y secuencias de interacción

Las secuencias de interacción son unidades de diálogo que comienzan cuando un signante hace una intervención conceptual o metacognitiva o plantea una pregunta o duda y termina cuando un signante rompe la secuencia del diálogo con una nueva intervención metacognitiva o conceptual, hace una pregunta o plantea una duda.

Hogan et al. (2000), distinguen tres tipos de flujo de conocimiento:

1- **Consensual.** Solo un hablante contribuye a las afirmaciones significativas (conceptuales, metacognitivas o pregunta-duda) y los otros contestan: demostrando acuerdo, pasividad, aceptando activamente lo que dijo y animándolo/a a continuar con la exposición o repitiendo lo que acaba de decir. Es decir, el signante dirige la conversación con uno o más signantes que representan una audiencia mínimamente activa (Figura 7-1).

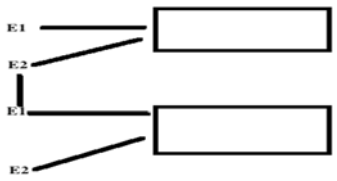


Figura 7-1: Patrón consensual

La secuencia que mostramos a continuación sirve de ejemplo de una interacción consensual:

Marta: *La vela se apagó.*

Álex: *Sí, se apagó…*

Marta: *Sí*

2- **De respuesta.** Al menos dos hablantes contribuyen significativamente en la conversación (Figura 7-2).

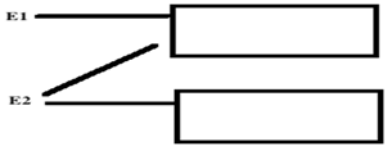


Figura 7-2: Patrón de respuesta

Como ejemplo de patrón de respuesta, mostramos esta secuencia del diálogo:

Marta: *Sí, había un líquido, pienso.*

Bea: *Al apagarse la llama, el humo que se desprende, al no tener por donde salir, se queda en el vaso y se convierte en líquido. Si no hubiese vaso, el líquido no aparecería, el humo se extendería por la habitación, pero al taparlo con un vaso el humo se queda ahí y se convierte en líquido.*

3-Elaborativo. Todos los signantes contribuyen a la conversación activamente, intercambiando opiniones (Figura 7-3).

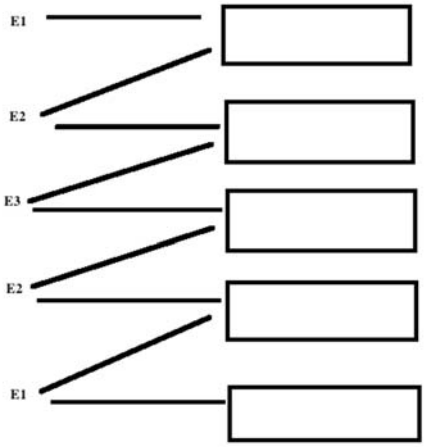


Figura 7-3: Patrón elaborativo

7.4.5. Mapas conceptuales proposicionales

El grado de sofisticación del pensamiento de los estudiantes sobre un tema determinado se representa en los mapas conceptuales proposicionales que representan el flujo secuencial de las conversaciones a nivel conceptual.

El análisis de los mapas conceptuales nos permite evaluar la complejidad del razonamiento en este estudio, que es independiente de la corrección de las ideas o de los modelos que expresan los estudiantes en sus explicaciones analizados en el Capítulo 6 de esta Tesis.

Hemos utilizado los criterios adoptados por Hogan et al. (2000) para evaluar la complejidad del razonamiento de los estudiantes en la discusión, que describimos a continuación:

1. Generación: El número de observaciones o ideas nuevas que aparecen en el discurso.
2. Elaboración: La cantidad de detalles con los que se detallan las ideas que aparecen en los diálogos.
3. Justificaciones: En función del número de ideas que justifican, bien basadas en evidencias, bien inferencias.
4. Explicaciones: Observando la cantidad de mecanismos que utilizan para explicar un mismo fenómeno.
5. Coherencia lógica: Coherencia en las explicaciones y justificaciones que utilizan en sus explicaciones, sean o no correctas.
6. Síntesis: Integran otros puntos de vista aportados por sus compañeros en sus explicaciones.

7.5. Resultados del análisis de las interacciones en el EC1: Centro Piloto

Aunque se han analizado todas las transcripciones que se recogen en el Anexo 11, para mostrar los macrocódigos, microcódigos, patrones de interacción y mapas proposicionales, mostraremos los del EC1, en el centro piloto ya que el número de intervenciones fue mucho mayor que en los otros dos casos.

7.5.1. Macrocódigos

Las intervenciones de construcción de conocimiento son las que aparecen en más ocasiones en todas las experiencias.

En la primera experiencia aparece un alto porcentaje de intervenciones referidas a concretar aspectos de la tarea (logística), probablemente porque no entendían la tarea que tenían que realizar.

Por ejemplo, la Tabla 7-4, muestra un extracto del discurso donde los alumnos no entendían lo que tenían que poner en el cuestionario:

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 7-4: Ejemplo de intervenciones referidas a concretar aspectos de la tarea al inicio de la experiencia (Experiencia 1)

Turno	Intervención	Macrocódigo	Microcódigo
34 E	*Si la tapamos con un vaso ¿Qué va a ocurrir? Pensad, no sé, lo que se os ocurra, por ejemplo, cambia el color....*	Logística	R- In
35 Alex	*Ya entiendo, qué pasa con el color con el humo... Se apaga la vela, la llama se va apagando. O aumenta, no lo sé....*	Logística	Rf-U+/P-PI /Rf-U-
36 Bea			
37 E	*Vale, ahora... ¿Cómo se lo explicarías a tu hermano pequeño?*	Logística.	Rf-St
38 Bea	*Yo tengo una hermana mayor...*	Logística.	AT-
39 E	*Imagínatelo, como se lo dirías a una niña pequeña..*	Logística.	Rf-St
40 Bea	*¿Cómo?*	Logística.	AT-
41 I	*(Interviene sin previa petición) ¿Cómo le dirías tú a tu hermana lo que va a suceder.*	Logística.	Rf-St
42 Bea	*Ah,,,, ya entiendo...*	Logística.	AT+
43 Alex	*Cómo le dirías tú a tu hermana enciendo la vela, luego la tapo,....*	Logística.	AT+
44 E	*(Mirando hacia Alex.) Alex ya terminó.*	Logística.	
45 Alex	*El tercer párrafo dice como se lo dirías...*	Logística.	
46 E	*Cómo se lo explicarías a un científico, lo que va a ocurrir.... No sé, seguramente le explicas las cosas de forma diferente... ¿No?*	Logística.	R-R
47 Marta	*De una forma distinta, claro...*	C. Conocimiento.	AT+
48 Bea	*Sí, sí, claro...*	C. Conocimiento.	Rp-O
49 E	*Por ejemplo yo a un niño le hablo de distinta forma que a un científico que a una persona adulta.*	C. Conocimiento.	Rf-St
50 I	*¿Entendéis?*	C. Conocimiento.	R-IT
51 Bea.	*¿Sí?*	Fuera de la tarea	UC/ R-In
52 E	*¿Dime?*	Fuera de la tarea	UC/ R- In
53 Marta	*(Hacia Bea) Quiere decir que yo se lo explicaría de distinta forma a un científico que a un niño.*	C. Conocimiento.	AT+
54 E	*Bueno, yo se lo explicaría de distinta forma*	C. Conocimiento.	Rf-St
55 Bea	*¿De distinta forma? Claro..*	C. Conocimiento.	AT+
56 E	*Yo a un científico se lo explicaría, no sé, más seria, de una forma más organizada, utilizando algunas leyes, … no lo sé, … pensad.*	C. Conocimiento.	Rf_St/ R-R

En las dos experiencias posteriores el porcentaje de esta categoría disminuyó, como se muestra en la Tabla 7-5, ya que los y las estudiantes ya sabían lo que tenían que hacer y rápidamente pasaban a conversar.

Tabla 7-5: Ejemplo de intervenciones referidas a concretar aspectos de la tarea al inicio de la experiencia (Experiencia 2)

Turno	Intervenciones	Macrocódigos
224 Bea	*¿Cómo se llama el tubo? Falta de vocabulario científico, otros alumnos indican " El largo tubo"*	C. Conocimiento.
225 E	*Tubo de ensayo (deletreo en dactilológico de la palabra ensayo)*	C. Conocimiento.
226 E	*Ahora vamos a hacer una puesta en común.*	Logística
227 Alex	*Encendiste el fuego y cambió el color del azúcar y huele rico.*	C. Conocimiento.
228 E	*¿Otras cosas que hayáis visto?*	Logística.
229 Olalla	*Explicamos lo que vimos, lo que pasó (*con gesto de que no hay nada que explicar).	C. Conocimiento.
230 E	*¿Qué pasó para que el color haya cambiado?*	C. Conocimiento.
231 Olalla	*Al calentarse, cambia. (*Con gesto de enfado como si fuese algo tan lógico que para qué se pregunta)*.Pasa lo que tiene que pasar no es necesaria explicación.*	C. Conocimiento.
232 Iria	*¡Qué graciosa !*	Fuera de tarea.
233 E	*Sí, pero ¿ qué cambia?*	C. Conocimiento.
234 Olalla	*Ni idea, por el fuego....*	C. Conocimiento.
235 E	*Por el fuego.... ¿Vosotros que opináis?*	C. Conocimiento.
236 Bea	*Lo mismo, nada más.*	C. Conocimiento.
237 E	*¿Cómo se lo explicaríais a un niño pequeño?*	C. Conocimiento.
238 Olalla	*De la misma manera.*	C. Conocimiento.
239 Bea	*No hace falta escribirlo, es lo mismo. ¿ hay que ponerlo igual?*	Logística.
240 E	*Pues pon " igual."*	Logística.
241 Julia	*¿Explicar el cambio del azúcar? El azúcar cuando se calienta se convierte en caramelo*	C. Conocimiento.
242 E	*Y aun profesor en clase de CC, si te lo preguntase, ¿Cómo le contestarías?*	C. Conocimiento.
243 Bea.	*Al calentarlo cambia, se convierte en caramelo, lo que ya explicamos aquí (*refiriéndose a la pregunta anterior*).*	C. Conocimiento.

Las afirmaciones tipo "Fuera de la tarea" son casi inexistentes debido al entorno en el que se desarrolló la experiencia.

7.5.2. Microcódigos

Transcribimos todas las interacciones entre alumnos en las experiencias 1, 2 y 3 (combustión de una vela, descomposición térmica del azúcar y descomposición de un animal en un bosque). Seleccionamos aquellas intervenciones en las que se ha producido construcción de conocimiento y las clasificamos en cinco categorías de microcódigos, cuya frecuencia de aparición se refleja en las Tablas 7-6 y 7-7 respectivamente.

Tabla 7-6: Porcentaje de categorías de microcódigos en el discurso desarrollado en cada experiencia

	Conceptual	Metacognitiva	Pregunta-duda	No sustantiva	Otros
Experiencia 1	28,57	36,73	19,05	9,52	6,1
Experiencia 2	37,03	35,18	20,37	5,5	1,85
Experiencia 3	37,07	30,30	27,27	5,3	2

Como se observa en la Tabla 7-6, las categorías de tipo conceptual y metacognitivo son las más frecuentes.

A partir de un análisis más detallado de cada una de estas categorías, en función de la lista de microcódigos detallada en el apartado de "Método", hemos organizado los datos en la Tabla7-7. Los microcódigos que se refieren a la comprensión de la tarea (AT+ y AT-) las hemos incluido en el microcódigo "Refleja (estándar, comprensión).

Tabla 7-7: Número y porcentaje de microcódigos en las tres experiencias

Microcódigos	Experiencia 1		Experiencia 2		Experiencia 3	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Presenta (idea, idea parcial información)	23	15,86	17	30,9	22	16,05
Repite (su idea, la de otro)	13	8,96	2	3,63	21	15,32
Elabora (su idea, la de otro)	6	4,14	1	1,81	7	5,19
Evalúa (la tarea, a sí mismo, a otros)	4	2,76			3	2,19
Reflexiona (estándares, comprensión)	35	24,14	13	23,63	30	21,89
Regula la acción	15	10,34	6	10,90	7	5,11
Presenta una duda	1	0,7			3	2,19
Reacciona (de acuerdo o neutral)	27	18,62	11	20	33	24,07
Reacciona (en desacuerdo)	14	9,65	3	5,45	7	5,11
Digresiones	2	1,37	1	1,81	1	0,73
Incodificable	7	4,82			1	0,73
Total	**145**		**54**		**137**	

Evaluando conjuntamente los resultados de las tres experiencias, podemos concluir las siguientes apreciaciones:

Intervenciones de tipo conceptual

- Los microcódigos más utilizados en la Experiencia 1 son los de presentación de una idea (PI, P-In), también en la segunda experiencia los mayoritarios fueron los de P-In ya que no se produjo ningún proceso de construcción del conocimiento, pues los estudiantes no encontraban la necesidad de explicar lo sucedido y simplemente respondían a las preguntas de la investigadora. En la Tabla 7-8 se muestra un extracto de la discusión con este tipo de intervenciones.

Tabla 7-8: Intervenciones de tipo conceptual más habituales

Turno	Intervenciones	Macrocódigos	Microcódigos
155 E	*¿Por qué se apaga la llama?*	C. Conocimiento.	P-Id
156 Alex	*Al soplar se apaga.*	C. Conocimiento.	R-In
157 Marta	*Ese motivo no existe, no soplamos.*	C. Conocimiento.	P-Id
158 E	*No soplamos*	C. Conocimiento.	Ev-OI
159 Alex	*Al no tener aire en ese espacio reducido la vela se apaga.*	C. Conocimiento.	Rp-O
160 E	*¿Tú opinas lo mismo Bea ?*	C. Conocimiento.	P-Id
161 Marta	*Al estar sin aire, sin ningún aire, entonces está como ahogada, se queda sin llama. Si no la taparas con el vaso, no se apagaría.*	C. Conocimiento.	R-In
162 E	*¿Tú opinas lo mismo Bea ?*	C. Conocimiento.	El-O
163 Bea	*Parecido. Al no haber aire, al estar en un lugar sin aire, la vela se apaga. Pienso lo mismo que mis compañeros.*	C. Conocimiento.	R-In
164 E	*¿Y qué opináis del humo y de la humedad?*	C. Conocimiento.	Rp-O
165 Marta	*Sí, había un líquido… pienso*	C. Conocimiento.	R-In
166 Bea	*Al apagarse la llama el humo que se desprende al no tener por donde salir, se queda en el vaso y se convierte en líquido. Si no estuviese el vaso el líquido no aparecería, el humo se extendería por la habitación , pero al taparse con un vaso el humo se queda ahí y se convierte en líquido.*	C. Conocimiento.	P-PI

- Los microcódigos que se refieren a la elaboración de las ideas son muy escasos, sobre todo para elaborar las ideas de los compañeros, como vemos en la Tabla 7-9.

Tabla 7-9: Intervenciones en donde se produce elaboración de ideas

Turno	Interacciones	Macrocódigos	Microcódigos
379 Iria	*El animal muere, los átomos no se van, pero evolucionan pues como decía antes un animal los comería entrarían dentro de ese animal… y así sigue evolucionando.*	C. Conocimiento	EI-S
380 Julia	*Lo mismo que decía antes, es que yo creo que más claro de lo que Bea lo explicó no se puede explicar.*	C. Conocimiento	Rp-S / R-A
381 E	*Es que yo quiero que me lo expliques tú, Bea lo explica a su manera.*	C. Conocimiento	Rg-A
382 Julia	*Bueno, el animal se muere, con el paso de los días se va pudriendo, esto es un proceso, después se va uniendo a las plantas y a los substratos del suelo y no puedo explicarte bien cuál es el proceso que tiene lugar.*	C. Conocimiento	EI-S

Las repeticiones son bastante numerosas, sobre todo repitiendo su propia idea (solidez de las concepciones alternativas, no hay cambio conceptual) y en algunos alumnos como Marta repitiendo las ideas de los demás.

Intervenciones de tipo metacognitivo

Las categorías más numerosas son las que se refieren al desarrollo de la experiencia, sobre todo a la hora de reflexionar sobre las normas de la tarea (Rf-St) y sobre la comprensión (Rf-U-). Resulta relevante señalar que, en la tercera prueba, la descomposición de un animal en el bosque, es donde el número de intervenciones catalogadas en Rf-U- es mayor y es en ella donde se produjo un contexto de construcción de conocimiento (ver Tabla 7-10).

Tabla 7-10: Ejemplo de intervención de tipo conceptual

Turnos	Intervenciones	Macrocódigos	Microcódigos
293 E	*¿Queréis discutirlo?*	C. Conocimiento	Rq-A/D
294 Olalla	*(Con gesto de que está perdiendo el tiempo). ¿Qué quieres que te explique? Yo tengo que verlo en la realidad, yo nunca tuve esa experiencia.*	C. Conocimiento	Rf-U-
295 E	*Bueno, si un animal muere y se descompone puedo pensar diferentes cosas, por ejemplo, que el animal desaparece, que se produce un cambio… como habéis dicho. Estoy segura que en clase de ciencias os hablaron de este tema.*	C. Conocimiento	Rf -St
296 Olalla	*No, no, yo de este tema no sé nada, no me explicaron nada acerca del átomo aquí.*	C. Conocimiento	Rf-U-

Durante el desarrollo de las tres experiencias la evaluación de las ideas propias o de los otros casi no apareció, exceptuando el caso de Bea que si evalúo las ideas de dos de sus compañeras en la primera y tercera prueba.

Intervenciones de tipo "Pregunta –Duda"

Las intervenciones de la entrevistadora han sido, en su gran mayoría, para requerir información (ver Tabla 7-11). Para los estudiantes no era habitual "hablar ciencias". De todas las peticiones de información, las más numerosas se referían a requerir reflexión sobre la tarea directamente y a que concretaran sus ideas.

Tabla 7-11: Ejemplo de intervención tipo "Pregunta - Duda"

Turno	Intervenciones	Macrocódigo	Microcódigo
224 Bea	*¿Cómo se llama el tubo?*	C. Conocimiento	R-In
225 E	*Tubo de ensayo (*deletreo en dactilológico la palabra ensayo).	C. Conocimiento	P-In
226 E	*Ahora vamos a hacer una puesta en común.*	Logística	Rf-St
227 Alex	*Encendiste el fuego y cambió el color del azúcar y huele rico.*	C. Conocimiento	P-In
228 E	*¿Otras cosas que hayáis visto?*	Logística	R-In
229 Olalla	*Explicamos lo que vimos, lo que pasó.* (con gesto de que no hay nada que explicar).	C. Conocimiento	P-In

Intervenciones de tipo no sustantivo y otros

Las intervenciones de tipo no sustantivo y de fuera de tarea fueron muy escasas, los estudiantes se mostraban muy concentrados en la tarea y la disposición de abanico en el aula contribuía a enfocar la atención en la tarea. Las intervenciones más numerosas fueron aquellas en que se mostraban de acuerdo con otros compañeros y con la entrevistadora, pero en muchas ocasiones esta aceptación venía dada por reacciones de inseguridad ante la tarea.

Aparece en la categoría no sustantiva el microcódigo “Regula la acción”, sobre todo en las intervenciones de Marta.

7.5.3. Patrones de interacción y grado de participación

Los patrones de interacción más frecuentes han sido los de respuesta y los consensuales, en ningún momento apareció un patrón interactivo.

Solo dos de los participantes, Bea y Alex, participaban libremente en la conversación, las demás participaban respondiendo al entrevistador.

Las Figura 7-4 y 7-5 son un ejemplo de patrón consensual y de respuesta, respectivamente.

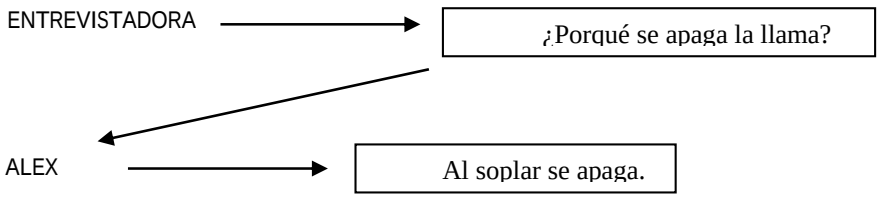


Figura 7-4: Ejemplo de patrón de tipo consensual

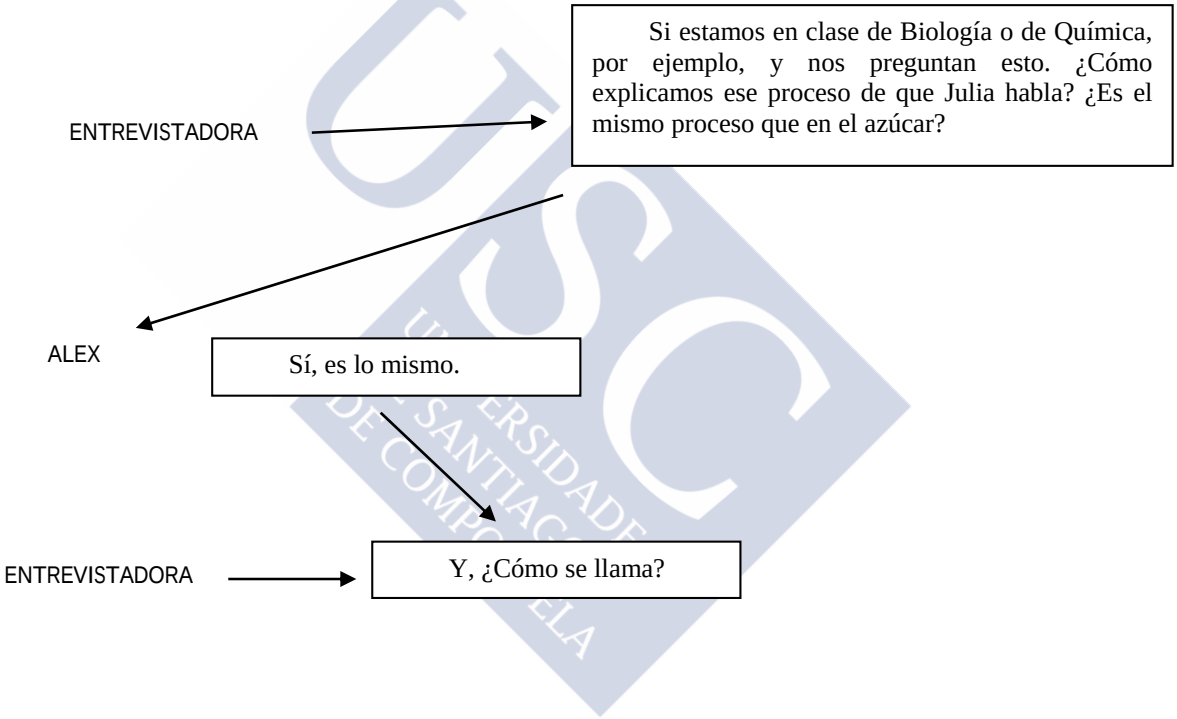


Figura 7-5: Ejemplo de patrón de pregunta

Respecto al grado de participación de cada alumno en el centro piloto, podemos resumirlo en la Tabla 7-12.

Tabla 7-12: Grado de participación de los estudiantes del centro piloto en las discusiones en grupo

Bea	Marta	Alex	Julia	Olalla	Iria
Alto grado de participación. Presenta ideas, elabora y evalúa sus ideas y las de sus compañeros.	Sus intervenciones son escasas, y su propósito es regular la acción o repetir las ideas de sus compañeros.	Participa activamente en la discusión, sobre todo presentando información e ideas parciales. Realiza muchas intervenciones referidas a la realización de la tarea.	Aparece en muy pocas intervenciones durante las experiencias. Sus intervenciones son para presentar una idea o elaborar las de sus compañeros.	Participa activamente en la conversación. La mayoría de las intervenciones son para presentar información o repetir su propia idea.	Interviene solo en tres ocasiones, a petición de la entrevistadora, presentando sus ideas. Presenta una gran inseguridad en las respuestas

De los seis estudiantes, la mitad participa activamente en la discusión, aunque la mayoría de sus intervenciones son para repetir las ideas de sus compañeros, o mostrarse de acuerdo con ellas.

7.5.4. Complejidad del razonamiento

El número de observaciones o ideas nuevas que aparecen en el discurso es muy pequeño y son aportadas por Bea y Julia que las elaboran parcialmente y las justifican de una forma coherente. A estas dos alumnas, de las que podríamos decir que desarrollan un pensamiento más complejo que los demás estudiantes, también les cuenta incluir en sus justificaciones los puntos de vista de los compañeros.

7.5.4. Mapas Conceptuales Proposicionales

Las intervenciones de los estudiantes en las tres experiencias desarrolladas en el centro piloto quedan reflejadas en los mapas proposicionales representados en las Figuras 7-6, 7-7 y 7-8.

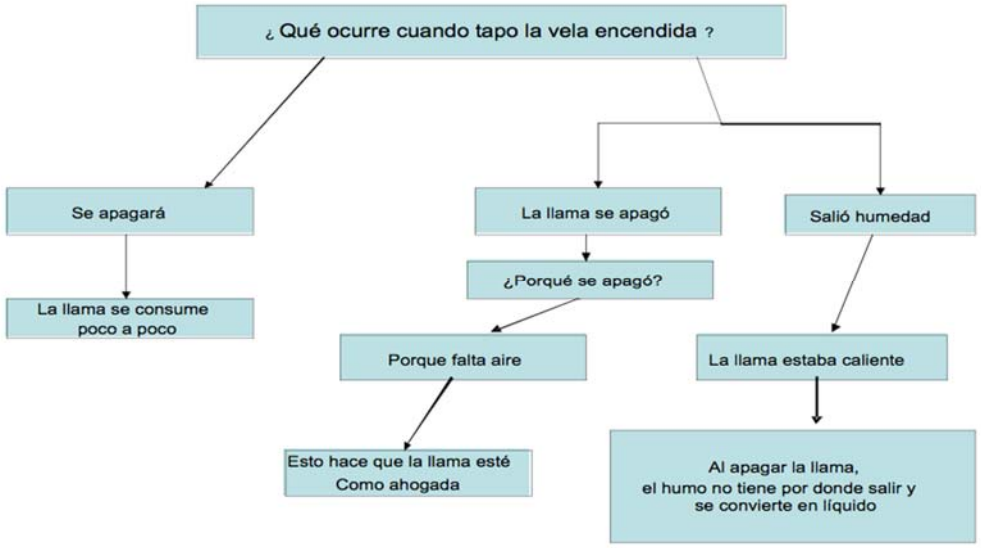


Figura 7-6: Mapa proposicional de la Experiencia 1. Combustión de una vela

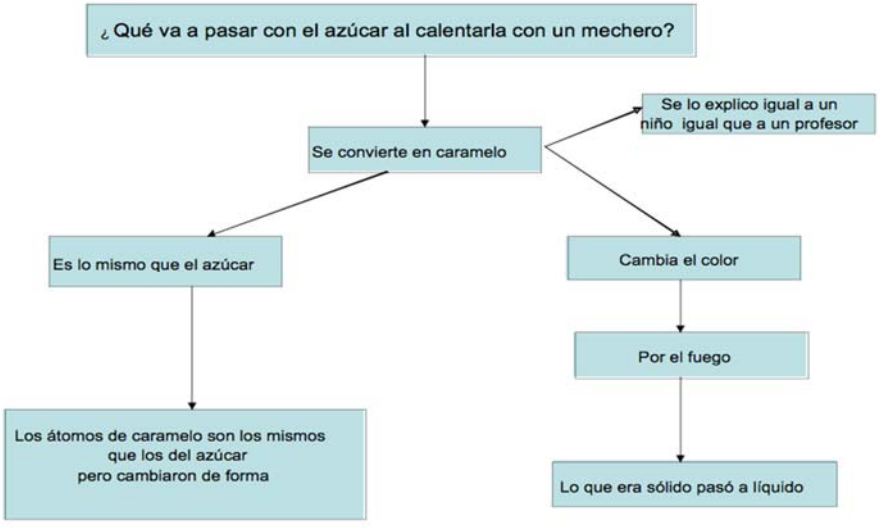


Figura 7-7: Mapa proposicional de la Experiencia 2. Descomposición térmica del azúcar.

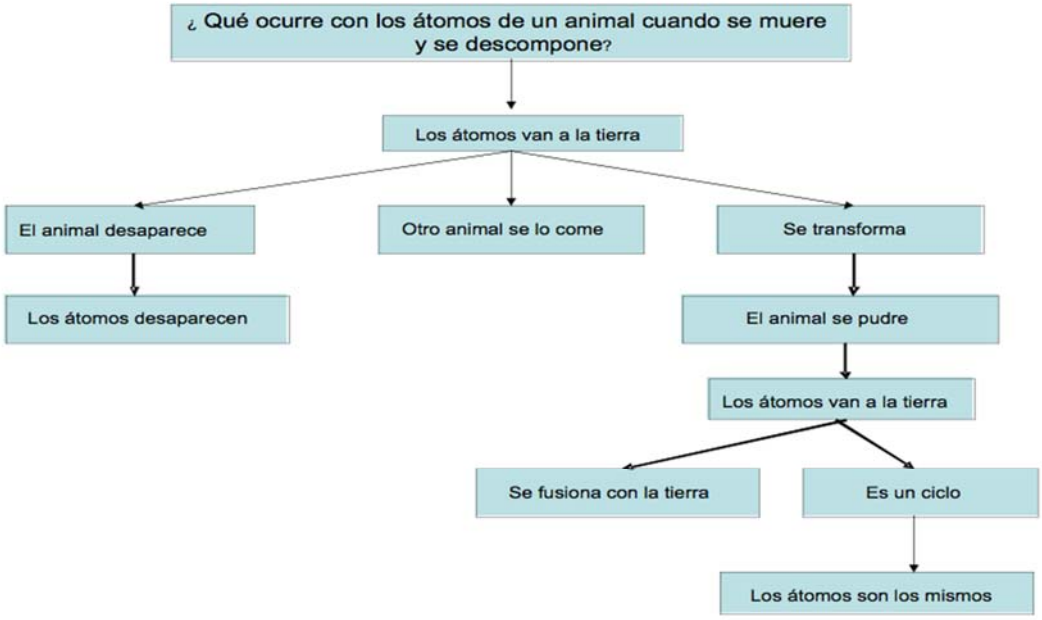


Figura 7-8: Mapa proposicional de la Experiencia 3. Descomposición de un animal en el bosque.

En el análisis de los mapas proposicionales (Figuras 7-6; 7-7 y 7-8) aparecen una o dos ideas o afirmaciones espontáneamente, sobre todo en el caso de las dos alumnas de centro piloto (EC1) con mayor competencia lingüística y que han disfrutado de un ambiente comunicativo favorable. Estas dos alumnas también elaboran sus ideas, pero los demás solo repiten y se muestran de acuerdo con los que otros compañeros han dicho. Generalmente utilizan el mismo mecanismo de explicación y éstos no surgen espontáneamente.

7.6. Resultados del análisis de las interacciones en el EC2: Primaria

7.6.1. Macrocódigos

La mayoría de las intervenciones de Nacho tienen que ver con la construcción del conocimiento y las de Pedro con la ejecución de la tarea (logísticas).

Aparecen solo dos intervenciones que podamos clasificar como fuera de tarea.

7.6.2. Microcódigos

En línea con la codificación anterior, las intervenciones de Nacho se ajustan, mayoritariamente, a la categoría de intervenciones conceptuales, concretamente a las afirmaciones "Presenta una idea" Presenta una idea parcial" y "Presenta información" (P-I y PId) son los que más aparecen, y también a la categoría metacognitiva, Nacho utiliza en varias ocasiones las afirmaciones tipo "Regula la acción" (Rg-A), y afirma que comprende la tarea (A+).

Sin embargo, las intervenciones de Pedro, mayoritariamente se ajustan a la categoría de Pregunta -Duda, sobre todo en preguntas sobre la realización y comprensión de la tarea (R-Int y R-InT y R-IT) y, en menor medida, a la categoría metacognitiva indicando que no comprende la tarea.

7.6.3. Patrones de interacción

En el caso de Primaria, aparecen en mayor cantidad los patrones elaborativos, como el que se muestra en la Figura 7-9.

E: ¿Por qué se apaga la vela?

Nacho: Porque se queda sin oxí… 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? O1 ¿Lo sabías o no? O2 cree que 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.

Figura 7-9: Ejemplo de patrón elaborativo en las interacciones del grupo de Primaria

7.6.3. Complejidad del razonamiento y participación

A la hora de evaluar la complejidad de razonamiento de las intervenciones de los dos estudiantes de Primaria, podemos afirmar que Nacho, en sus intervenciones, utiliza distintos mecanismos para explicar una idea, justifica sus argumentos, introduce en el discurso varias de sus ideas y sus explicaciones son coherentes, aunque no se ajusten al modelo científico.

Sin embargo, Pedro en raras ocasiones introduce ideas en el discurso, no justifica sus argumentos y no es coherente en sus opiniones.

El grado de participación en el discurso de los dos estudiantes es muy diferente. Así, Nacho se muestra muy participativo y tiene una clara función de líder en la conversación. Presenta ideas, elabora sus ideas y las de sus compañeros. Muchas de sus intervenciones están dirigidas a explicar lo que dice o lo que no comprende su compañero Sordo.

Pedro interviene en pocas ocasiones, sus intervenciones están relacionadas con la realización de la tarea o a repetir las ideas de sus compañeros. Se muestra muy inseguro en sus respuestas y las cambia con facilidad, sin entrar en discusión.

7.7. Resultados del análisis de las interacciones en el EC3: 2º ESO

En Secundaria el número de intervenciones fue mucho menor, aun cuando la entrevistadora animaba a la intervención. De hecho, solo una de las alumnas, Uxía, explicó a sus compañeros oyentes su interpretación del fenómeno a petición de la intérprete y de la entrevistadora, pero cuando el compañero oyente hizo algunas observaciones a sus comentarios, dejó de intervenir.

En esta ocasión, la entrevistadora no motivó a intervenir a los alumnos, sino que los dejó discutir en grupo y solo se acercaba de vez en cuando para animar las intervenciones.

7.7.1. Macrocódigos

En la primera experiencia, los cambios de estado del agua, las únicas intervenciones de Uxía y Pablo son de construcción del conocimiento. Han entendido bien la tarea y no aparecen interacciones de tipo logístico relacionadas con la ejecución de la experiencia.

En el desarrollo de la segunda y tercera experiencia, combustión de una vela y descomposición térmica del azúcar, en la que una de los dos participantes se ausentó, la participación en el debate del otro estudiante Sordo, Pablo, fue casi inexistente, solo afirmaba que estaba de acuerdo con sus compañeros oyentes.

7.7.2. Microcódigos

En la experiencia de los cambios de estado del agua, la categoría de microcódigos mayoritaria es la conceptual. Los alumnos, sobe todo Uxía, presentan una idea (P-Id), o un resumen de la idea (P-Su).

En las dos experiencias siguientes donde ya no estaba Uxía, las intervenciones de Pablo se ajustan también a la categoría conceptual presentando su idea (P-Id) o repitiéndola (Rp-S).

7.7.3. Patrones de interacción

El patrón de interacción mayoritario es el consensual. Solo un alumno contribuye a las afirmaciones significativas (en este caso, conceptuales) y los otros contestan demostrando acuerdo, pasividad, o repitiendo lo que acaba de decir.

7.7.4. Complejidad del razonamiento y grado de participación

Uxía elabora razonamientos complejos en los que introduce distintas justificaciones en sus argumentos, sintetiza las ideas más importantes, introduce con detalle sus ideas y mantiene un

alto grado de coherencias en sus explicaciones. La Figura 7-11 muestra un ejemplo de sus intervenciones.

> Uxía: *Yo he puesto que el estado de la materia está relacionado con la temperatura. Cuando aumenta la temperatura tienden a separarse las moléculas. Por ejemplo, cuando el agua está como hielo las moléculas están muy unidas, están muy juntas, pero cuando la temperatura sube entonces el hielo empieza a deshacerse, las moléculas se van separando. Es muy sencillo.*

Figura 7-10: Ejemplo de una interacción en la que se desarrolla un razonamiento complejo en el EC3 (Uxía)

No podemos valorar la complejidad de los razonamientos de Pablo puesto que solo repite sus respuestas escritas y no entra en la conversación con sus compañeros.

7.8. Discusión general

Aunque se necesitaría de un estudio que abarcase más participantes, creemos que podemos responder, sin intentar generalizar las conclusiones, a las preguntas 7 y 8 de esta investigación:

Pregunta 7: ¿Qué tipo de patrones de interacción utiliza el alumnado Sordo para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia?

En el análisis del discurso de los estudiantes, adquiere especial relevancia las intervenciones de la entrevistadora, en su mayoría del tipo "requiere información, para estimular la participación de los alumnos. En las dos primeras experiencias en el centro piloto, los estudiantes no elaboran, evalúan o muestran acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones de sus compañeros y un alto porcentaje de sus intervenciones están encaminadas a comprender la tarea. Los patrones de interacción mayoritarios son el consensual y el de respuesta, pero estos resultados no pueden extrapolarse a las situaciones cotidianas en el aula, debido a lo inusual que resultaba para ellos la experiencia. De hecho, en la tercera experiencia desarrollan patrones que podríamos denominar como "cercanos" a los elaborativos.

En el aula de Primaria en Escolarización Combinada, es en donde aparecen con mayor frecuencia los patrones elaborativos, sobre todo en el caso de Nacho, que ha tenido acceso temprano a un lenguaje.

En el aula de Secundaria, sin embargo, la situación es muy diferente, los únicos patrones de interacción que aparecen son los consensuales, donde los alumnos, Sordos y oyentes, solo intervienen para exponer sus ideas, sobre todo en el caso de Uxía, pero no interaccionan con las respuestas de los demás.

Pregunta 8: ¿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 primera vista, y aunque se necesitarían más investigaciones, parece que el agrupamiento escolar, totalmente compatible con la inclusión educativa, favorece el grado de participación del discurso en el aula de los estudiantes Sordos, un hecho que también aparecía en el análisis de las percepciones de los profesores e intérpretes educativos descritos en el Capítulo 5 de esta Tesis.

En el centro piloto, con un grupo e alumnos Sordos agrupados, a medida que se desarrollan las experiencias se va creando un ambiente de aprendizaje elaborativo, donde los alumnos discuten, rebaten y tienen cuenta las opiniones de los demás.

Lo mismo ocurre en el aula de Primaria en Escolarización Combinada, en el que se crea un entorno de aprendizaje elaborativo y colaborativo. La interacción con los alumnos oyentes, en esta modalidad educativa, es fluida y se consigue crear un ambiente de construcción social del aprendizaje.

Sin embargo, la situación en las aulas de secundaria 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, aun con las intervenciones de la investigadora que los animaba a participar. Esta situación se hace más patente cuando solo se encuentra en el grupo un alumno Sordo. En este caso el alumno deja de participar y los alumnos oyentes solo interaccionan entre ellos. Simplemente se limita a repetir sus respuestas tal y como señalaba Wood (1991) a la hora de describir las características de las interacciones en grupos de los estudiantes Sordos.

Los resultados sobre el grado de intervención en las aulas inclusivas de ESO coinciden con las conclusiones de los estudios realizados por Silvestre (1991) y Bagga-Gupta (2000), con grupos de adolescentes españoles y suecos, respectivamente, en inclusión escolar. Silvestre (1991), encontró que los alumnos Sordos en aula inclusiva reciben menos estímulos para relacionar conceptos, para expresarse de forma abierta y para interpretar ironías y que se sienten discriminados y con bajos niveles de autoestima en el aula con compañeros oyentes respecto a los centros donde se encuentran varios alumnos Sordos en agrupamiento escolar o escolarización combinada.

Es importante resaltar que, en diferentes ocasiones, las conversaciones se interrumpían debido a la incomprensión de algunos signos científicos que no están estandarizados o, en el caso de los alumnos Sordos de Primaria con bajas competencias comunicativas, por la incomprensión de palabras tan habituales como "externa", "bandeja" o similares. Por otra parte, el hecho de que un alumno puede encontrar distintos signos para un mismo término científico en distintos ámbitos a lo largo de su escolarización en función del signo que se haya pactado entre alumnos sordos y profesores (Caccamise,1989; Rasmus y Allen, 1988), no facilita el flujo el discurso. Por ejemplo, en la experiencia en el centro piloto, en varias ocasiones se tuvieron que cortar intervenciones para que el intérprete aclarara el significado de un término.

A la vista de estos resultados, creemos que es necesario plantear cuestiones importantes que favorezcan la educación científica y general de los estudiantes Sordos como pude ser el agrupamiento escolar, la Escolarización Combinada si se combina con agrupamiento escolar o modalidades de escolarización bilingües.

Por último, coincidimos con Jones (2014) en que es necesario ahondar en investigaciones sobre el análisis del discurso entre estudiantes Sordos por los beneficios que puede aportar no solo para mejorar los procesos de enseñanza- aprendizaje de las ciencias en este colectivo, sino también por las repercusiones que puede tener en el desarrollo de sus procesos de razonamiento y pensamiento crítico.

Capítulo 8. Elaboración del material multimedia y reflexión sobre su implementación en el aula

8.1. Introducción

La labor en aula inclusiva exige la atención individualizada de cada uno de los alumnos; un reto que muchas veces es difícil de conseguir y donde la tecnología adquiere un papel prioritario.

El abanico de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) potencialmente útiles para fomentar los procesos educativos "para todos" es muy amplio y su inclusión en las estrategias didácticas utilizadas por el profesor puede ayudar a los alumnos a mejorar sus resultados de aprendizaje. Sin embargo, y aunque la accesibilidad debe ser tomada como un derecho, no como una opción, no todas atienden a las necesidades de los alumnos Sordos.

La mayoría de los recursos para la enseñanza de las ciencias dirigidas a los estudiantes Sordos que hemos encontrado provienen del mundo anglosajón, no encontrando, en el desarrollo de esta investigación materiales de este tipo en español, a excepción de los DVD con conceptos científicos signados realizados por la CNSE y algunas aplicaciones dirigidas al desarrollo de habilidades lecto-escritoras en niños y niñas Sordos/as de corta edad.

Tal vez la base de datos más amplia on- line de recursos TIC dirigidos a alumnado Sordo en este momento es la de la Fundación Shodor Education, que proporciona un conjunto de actividades y lecciones que utilizan tecnologías de modelado y simulación para ayudar a los estudiantes Sordos y a sus profesores a explorar conceptos matemáticos y científicos.

Basándonos en estos criterios de accesibilidad y en la escasa tecnología de contenido científico adaptada a las necesidades del alumnado Sordo, en esta investigación hemos diseñado dos recursos multimedia que responden a sus necesidades y que esperamos puedan ser de utilidad para el profesor como material de apoyo para utilizar en el aula o como material útil

para utilizar en el desarrollo de metodologías cada vez más implementadasen el aula, como *"flipped clasroom"* o *"aula invertida"* (Bergmann y Sams, 2012) .

La metodología "flipped classroom" trata de invertir la forma en que los contenidos de aprendizaje se entregan a los alumnos, involucrando a los estudiantes a realizar actividades previas a la clase teórica y, por otra parte, favorecer que los docentes pasen más tiempo interactuando con los estudiantes en lugar de desarrollar clases expositivas.

El modelo plantea actividades colaborativas sincrónicas (por ejemplo, práctica y aplicación de los contenidos) y asincrónicas (autoaprendizaje y autoevaluación) fuera del aula.

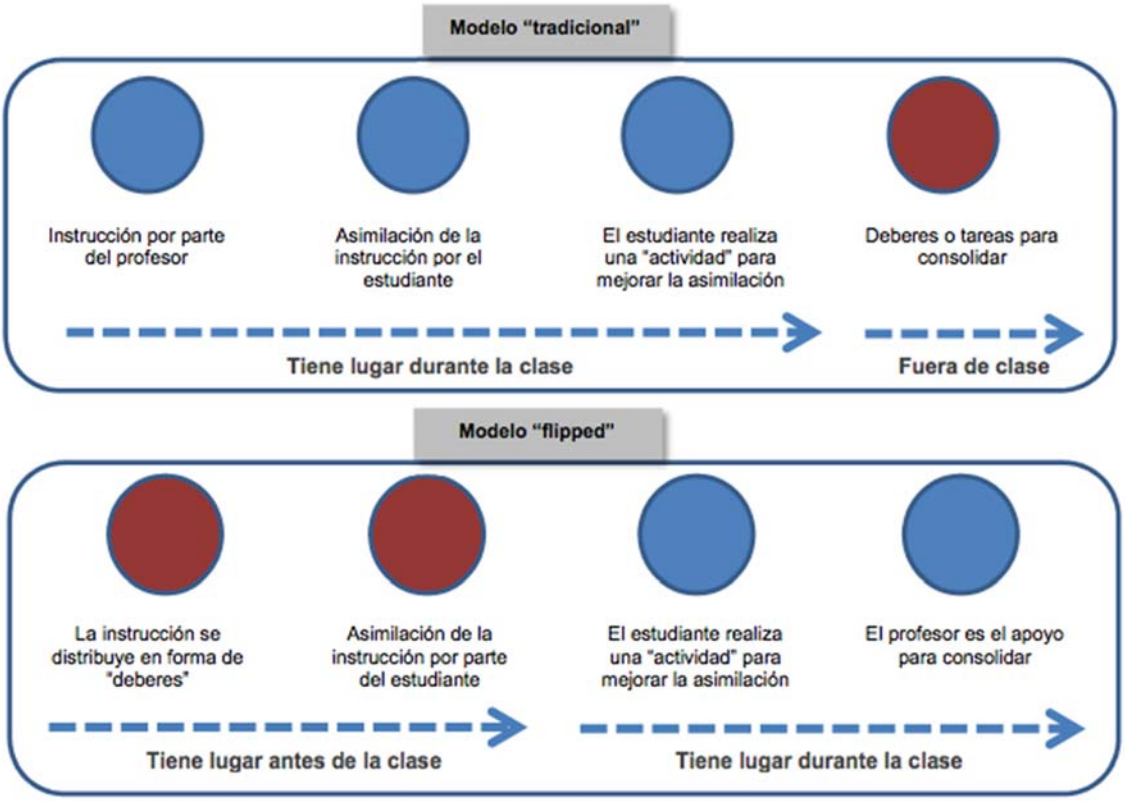


Figura 8-1: Comparación entre un modelo de clase tradicional y uno invertido.
Fuente (http://steedie.wordpress.com/)

Para validar la utilidad de estos materiales prototipo, basados en tecnologías visuales e interactivas, diseñamos y validamos dos recursos en hipervídeo en cuyo diseño tuvimos en cuenta los resultados de la literatura descritos en el Capítulo 2 de este estudio y en los resultados obtenidos en las experiencias sobre el uso de modelos sobre la transformación de la materia con alumnado Sordo.

En este capítulo, describimos, en primer lugar, algunas investigaciones relacionadas con el uso de las TIC con alumnado Sordo en el aula de ciencias y algunas estrategias de enseñanza basadas en aprendizaje visual y en simulaciones. A continuación, señalamos el objetivo y las preguntas de investigación relacionadas con el contenido de este capítulo y, posteriormente describimos la metodología utilizada y el diseño y producción de los materiales, la recogida de datos a través del cuestionario dirigido a los alumnos y la encuesta a sus profesoras. Por último, se analizan los resultados obtenidos.

8.1.1. Aprendizaje de las ciencias y TIC en alumnado Sordo

La revisión de las investigaciones sobre el impacto de las TIC en el colectivo Sordo escolarizado realizada por Shepherd y Alpter (2015), indican que los estudiantes Sordos se involucran más activamente en las clases cuando las modalidades TIC utilizadas en la adquisición de información tienen potencial para expandir la creatividad y la inteligencia visual, y les proporcionan las herramientas e incentivos para lograr el éxito académico.

Otro aspecto a valorar es que las Personas Sordas confían en gran medida en las computadoras (Zazove, Meador, Derry, Gorenflo, Burdick y Saunders, 2004) y que los estudiantes la utilizan más con sus compañeros que con los maestros y fuera del aula.

Ramírez Orellana, Domínguez Gutiérrez, y Linuesaal, (2007), realizaron un estudio en diez centros educativos de Castilla y León, para evaluar el uso y valoración que hacen los profesores de enseñanza obligatoria sobre el papel de las TIC en su trabajo escolar en el aula inclusiva. Los resultados muestran que la valoración de las TIC por el profesorado es alta, si bien su uso es anecdótico por distintos motivos: recursos insuficientes, escasa formación de los profesores y falta de estrategias para integrarlos en el desarrollo curricular, de forma que el uso de estos medios parece poco integrado en el trabajo del profesorado.

A la vista de los resultados de las investigaciones citadas, antes de diseñar las unidades multimedia, nos propusimos indagar qué prácticas podíamos incorporar en nuestras experiencias que resultasen más beneficiosas para estos estudiantes en el aula de ciencias.

En los epígrafes siguientes, resumimos la revisión de la literatura que ha orientado el diseño y elaboración de las unidades multimedia que hemos elaborado.

8.1.2. Aprendizaje de las ciencias, información visual, organizadores gráficos y uso de simulaciones

Contrariamente a lo que comúnmente se piensa, los estudiantes Sordos no son más propensos a ser aprendices visuales que los oyentes, sino que su habilidad viso-espacial está más relacionada con sus habilidades en lengua de signos que con la pérdida auditiva (Marshack, 2015). Sin embargo, muchas investigaciones (Cifuentes, y Hsieh, 2004; Freel et al., 2011; Golos, y Moisés, 2011; Kozma, y Russell, 1997; Lieberman 2011 y Ruiz, y Muñoa, 2014) señalan que la información visual favorece los procesos de aprendizaje del alumnado Sordo y atiende a las necesidades de todos los estudiantes en el aula inclusiva.

Algunas de las primeras investigaciones en Didáctica de la Ciencias con alumnos Sordos (Pini, 1979; Waldron, 1988; Lang, 1981), incidían en la integración de experiencias didácticas con fuerte base visual y los resultados indicaban que la comprensión de conceptos científicos aumentaba a medida que lo hacía la carga visual y disminuía la textual.

También desde el campo de la neurociencia, distintas investigaciones (Bavelier et al., 2000; Campbell et al., 1993; MacSweeny y Waters, 2008; Finney et al., 2003 y Finney et al., 2001) avalan estas tesis, al comprobar que los cerebros de las personas Sordas procesan la información visual de una forma cualitativamente diferente a las personas oyentes. Así, las personas que nacen Sordas, desarrollan una mejor visión periférica y las personas que utilizan lenguas de signos tienen mejores recuerdos visuales que las que no lo hacen.

Roald y Mikalsen (2000) realizaron un estudio con adolescentes Sordos de entre 7 y 17 años escolarizados en escuelas bilingües para analizar las concepciones alternativas y la construcción del conocimiento en estudiantes Sordos sobre la forma de los planetas y las estrellas. Utilizaron test de alto contenido visual, la presencia de un intérprete y entrevistas individuales. Los resultados indican una alta correspondencia entre la iconicidad del signo con la forma de las estrellas o de los planetas en los grupos de menor edad, relacionadas con la iconicidad de la lengua de signos.

Lang y Pagliaro (2007) llevaron a cabo en un estudio para determinar el impacto de factores como inclusión de imágenes, "signabilidad", concreción y familiaridad con los términos en la adquisición y desarrollo de la terminología geométrica con adolescentes Sordos en Estados Unidos. Concluyeron que los alumnos Sordos y oyentes codifican cualitativamente la información de diferentes maneras y que es aconsejable la introducción de imágenes en la instrucción de los alumnos Sordos, especialmente cuando la terminología no es familiar. Concretamente, el estudio recomienda una atención especial a aquellos términos que pueden ser representados por múltiples signos o que requieren de dactilología para nombrarlos.

Otras estrategias visuales que han resultado ser herramientas muy eficaces en la educación científica de los alumnos Sordos, según distintas investigaciones (Easterbrooks y Stephenson, 2006; Lang y Pagliaro, 2007; Marschark, et al., 2011; Mora y Villalba, 1996) , son los mapas conceptuales, mapas semánticos, flechas, gráficos, líneas de tiempo y otros diagramas que actúan como organizadores y cohesionadores en el proceso de tratamiento de la información de los estudiantes Sordos.

Los organizadores gráficos tienen una carga textual mínima, por lo que pueden resultar muy efectivos para facilitar las tareas del aula de ciencias inclusiva. Por ejemplo, Ruiz y Muñoa (2014), destacan varias ventajas en el uso de los organizadores:

1. Facilitan la comprensión del enunciado del problema.
2. Permiten diseñar una estrategia para la búsqueda de la solución.
3. Facilitan la detección por parte del profesor de las dificultades de las y los estudiantes.
4. Proporcionan un soporte que ayuda a que los alumnos trabajen colaborativamente en la resolución de ejercicios.

A modo de ejemplo ilustrativo la Figura 8-2 representa el uso de organizadores en una práctica de laboratorio con alumnado Sordo y la Figura 8-3 muestra los beneficios visuales de las estrategias de contigüidad espacial en las imágenes. Es decir, las descripciones de texto que se integran en una imagen, en lugar de presentarse por separado.

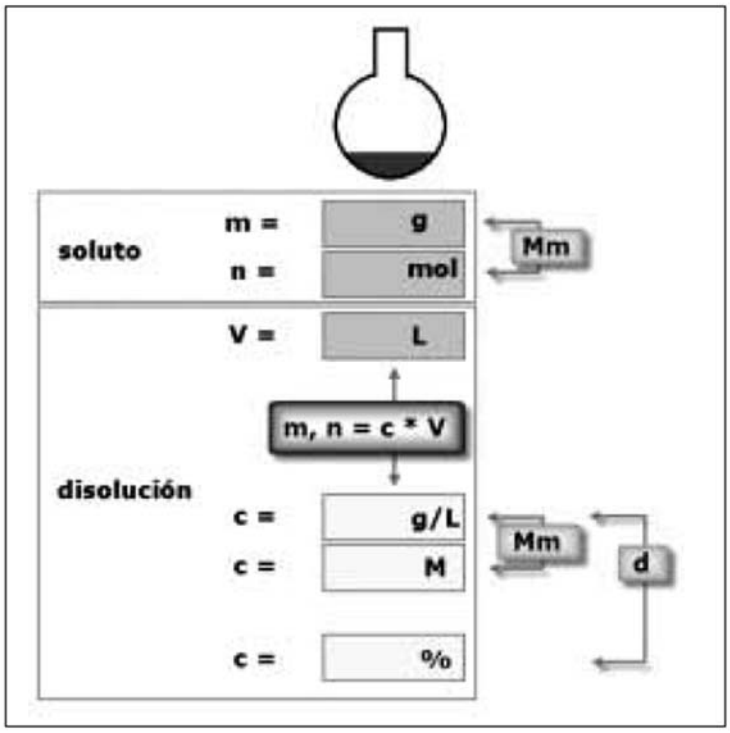


Figura 8-2: Estructura de un organizador gráfico. Fuente (Ruiz y Muñoa, 2014).

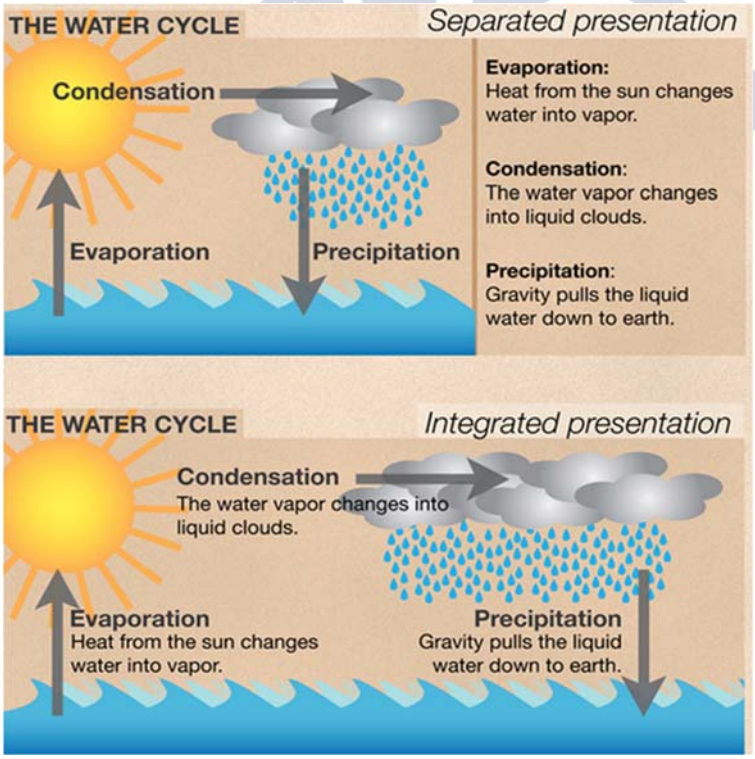


Figura 8-3: Ejemplo de estrategia de contigüidad visual en una imagen.
Fuente (http://www.learnnc.org/lp/editions/every-learner/6693)

En las imágenes que aparecen en la Figura 8-3, el gráfico superior separa las definiciones importantes de la imagen que muestra cómo funciona el ciclo del agua. Sin embargo, en el ejemplo inferior se incorpora el principio de contigüidad espacial, y se incluyen las definiciones importantes en la propia ilustración. El resultado es una presentación más eficaz de la información visual.

En general, la revisión de la literatura indica que el uso de juegos o actividades que se centren en las similitudes y diferencias entre los conceptos científicos a través de las imágenes, la interactividad a través de imágenes, los textos simplificados y los organizadores gráficos son medios eficaces para abordar la lectura de estos estudiantes.

Otro tipo de estrategias visuales con base TIC utilizadas frecuentemente en el aula, son las simulaciones. Una simulación contribuye a recrear situaciones reales o modelos que mejoran la comprensión de los estudiantes (Bulger, Mayer, Almeroth, y Blau, 2008) y permite a los alumnos acercarse a conceptos complejos de forma intuitiva e interactiva. Así, cuando un alumno Sordo u oyente utiliza una simulación interactiva, está desarrollando de habilidades de pensamiento como el análisis, la deducción y la elaboración lógica de conclusiones, además de desarrollar la competencia de autonomía personal (Deza et al., 2009).

Baran (2011), realizó un estudio con alumnos Sordos de Secundaria en un colegio de Nueva York para conocer los beneficios de estas aplicaciones en distintos contextos, con la intervención del profesor y como autoaprendizaje. Concluye que los estudiantes Sordos se benefician de las simulaciones por la mayor facilidad para aprender conceptos abstractos y que este beneficio se incrementa cuando la simulación se apoya en las explicaciones del profesor.

Para integrar animaciones y simulaciones en las unidades multimedia a elaborar, revisamos también algunas investigaciones sobre la comprensión conceptual de las representaciones químicas cuyas conclusiones citamos a continuación.

Samuel y Hunn (1987) y Gabel (1998), indican que el aprendizaje de las representaciones simbólicas (símbolos y fórmulas) son difíciles para todos los estudiantes mientras que las representaciones bidimensionales o tridimensionales les resultan más intuitivas, mucho más en el caso de los estudiantes Sordos por sus dificultades de abstracción. Para Hoffmann y Laszlo (1991), una fórmula química es como una palabra, es decir, comparte una función de

comunicación. Para estos autores, el hecho de que los estudiantes estén familiarizados con estas representaciones y repercute muy positivamente en la adquisición de conocimientos.

8.2. Objetivo

En este capítulo planteamos el objetivo 4 de nuestro estudio: *"Conocer las prioridades de los alumnos Sordos y sus profesores a la hora de diseñar materiales multimedia para el aula de ciencias"* e intentamos buscar respuesta a las preguntas 6, 7 y 8 de la investigación.

Pregunta 6: ¿Cuál es la percepción del alumnado Sordo sobre la utilización de los materiales de hipervídeo desarrollados para esta investigación y cuáles son sus preferencias a la hora de utilizar dichos materiales?

Pregunta 7: ¿Se trata de un material útil para el profesor en el aula de ciencias inclusiva?

Pregunta 8: ¿Qué cambios deberíamos incorporar en el diseño de los materiales prototipo a partir de las valoraciones de los estudiantes Sordos y sus profesores que atiendan a "todos" los estudiantes?

8.3. Diseño y elaboración del material

Para esta investigación se elaboraron dos hipervídeos didácticos en formato de vídeo-lecciones interactivas, centradas en la materia y sus transformaciones, concretamente sobre los cambios de estado del agua y la combustión, desde un modelo de partículas.

Los procesos de preproducción, rodaje y postproducción se realizaron colaborativamente con el profesor de secundaria Xacobo de Toro Cacharrón, especialista en biología y geología, la intérprete y tutora de intérpretes Cristina Rubio del Valle y la propia investigadora, especialista en física y química.

Los recursos y materiales utilizados se detallan en el Anexo 9.

8.3.1. Elaboración de los materiales didácticos

Hemos dividido este apartado en tres bloques ordenados de forma que se ajusten a la cronología del proceso de elaboración de los materiales.

8.3.2.1 Preproducción

Entendemos que las decisiones tomadas en el diseño de video-producción son fundamentales y repercuten en la motivación de los estudiantes hacia los vídeos on-line (Golos y Mosés, 2011; Guo, Kim y Rubin, 2014; Mayer, 2008a).

A la hora de diseñar el formato de audiovisual, nos basamos en la experiencia desarrollada por De Toro (2015), para optimizar la producción de los materiales y adaptarlas a las características del alumnado Sordo. Tomamos especial interés en reflexionar sobre aspectos como: duración de los vídeos; planos, ángulos, movimientos, encuadres y tiros de cámara; vestimenta; atrezo; calidad del audio y tipo de micrófonos empleados y aspectos técnicos de postproducción como uso de cromas, grafismos y animaciones.

A continuación, detallamos las preguntas que nos planteamos a la hora de diseñar los materiales:

a-¿Por qué una aplicación de vídeo?

Kay (2012) publicó una revisión exhaustiva de la investigación sobre los podcasts de vídeo, (archivos de vídeo que se distribuyen en un formato digital a través de Internet utilizando ordenadores o dispositivos móviles), en el período 2002-2011.

Después de revisar 53 artículos relacionados, el autor señala como beneficios del uso del vídeo en el aula, entre otros aspectos: la mejora en las actitudes cognitivas y afectivas en el aula, la posibilidad de ejercer control sobre el aprendizaje, la mejora de los hábitos de estudio, y un mayor rendimiento de aprendizaje. La revisión señala que un área prometedora de la

investigación es profundizar en el papel y el impacto de los podcasts de vídeo en la enseñanza a estudiantes con necesidades específicas.

Más adelante, Mechling (2015), realizó una revisión sobre la investigación sobre el uso de programas de vídeo para enseñar a las personas con discapacidad en distintos entornos de aula. Un 91,3% de los estudios sugerían efectos positivos del uso de estas herramientas para la enseñanza en el aprendizaje de habilidades sociales, académicas, de comunicación y del nivel de independencia.

En base a estos resultados, decidimos elaborar materiales multimedia que utilizasen el formato vídeo como base de su estructura.

b- ¿Por qué interactividad?

Según Ma, Hua, Lu y Zhang (2005), los estudios realizados sobre el efecto del uso de vídeos en los resultados de aprendizaje, han proporcionado resultados inconsistentes. Los autores realizaron un estudio empírico sobre el uso del vídeo interactivo en alumnos en entornos de e-learning. Estudiaron cuatro entornos: con e-learning y vídeo interactivo, con el vídeo no interactivo, sin vídeo, y clase tradicional. Los resultados del experimento mostraron que la eficacia del vídeo para el aprendizaje dependía de su grado de interactividad. Los estudiantes en el entorno de e-learning con vídeo interactivo lograron un rendimiento significativamente mejor, y un mayor nivel de satisfacción que en los otros contextos. Sin embargo, los estudiantes que utilizaron el entorno de e-learning con vídeo no interactivo no mejoraron sus niveles de aprendizaje.

Recientemente, se han desarrollado tres estudios diferentes en Ciencias de la Tierra, Ciencias Físicas, y Química, cada uno de 8 meses de duración, en el Centro para Ciencia Aplicada de Oregon (Lang, 2015) que indican que el uso de multimedia interactivo proporciona una significativa mejora en el aprendizaje de las ciencias en alumnos Sordos, en comparación con la clase tradicional.

Además de la interactividad, el hipervídeo permite la integración de organizadores gráficos y redes semánticas que ayudan a estructurar el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Barrie,

Hornck, Stifter, Whiteley y King, 1994), y, otros autores indican que los vídeos interactivos posibilitan el desarrollo de la inteligencia emocional cuando se integra la presencia del profesor Golos y Moses (2011).

El hipervídeo es un concepto en el que el vídeo está estructurado de una manera no lineal y al que se le añaden links espacio- temporales.

Podemos clasificarlo en dos tipos:

1. Hipervídeo homogéneo: información audiovisual dinámica presentada como una corriente continua de imágenes que pueden ser navegables por el usuario.
2. Hipervídeo heterogéneo "hyperlinked vídeo" o "vídeo based hipermedia" cuando integra otros medios como links, simulaciones, o vídeos que ilustran o complementan la información (Chambel et al., 2006).

Los resultados de estas investigaciones nos animaron a utilizar el hipervídeo como tecnología de base para el desarrollo de los materiales experimentales y nos decantamos por el hipervídeo heterogéneo, porque nos posibilitaba el aporte extra de información.

c- ¿Qué tipo de personajes principales utilizamos?

La primera decisión que tuvimos que tomar en el diseño fue la de utilizar avatares o intérpretes que signasen la información suministrada por el profesor.

Los avatares son personajes animados que pueden ofrecer traducciones en lengua de signos que acompañan el texto en una lección o conversación para intentar paliar las lagunas de formación de muchos intérpretes a la hora de explicar conceptos científicos, los problemas de asignar signos a palabras nuevas, y las dificultades de comprensión de los subtítulos.

Los avatares son muy versátiles, ya que el usuario puede personalizarlos, tanto en su aspecto, como en términos de velocidad o del ángulo del signado, sirven como elemento de interacción para el usuario y requieren menos ancho de banda que el vídeo tradicional (Parton, 2006).

Se trata de una tecnología ampliamente utilizada en la educación de los estudiantes Sordos en otros países, tanto para la elaboración de diccionarios, como el programa Lamar University's Signing Avatar, desarrollado por Andreis, Osborne y Smith, en el 2013, como aquellos que utilizan la tecnología de reconocimiento de voz para convertir una conversación en texto y tecnologías de traducción para generar comandos que animan a un avatar para que signe. Un ejemplo es el prototipo "SiSi" creado por IBM (Fig. 8-4).

Figura 8-4: Tecnología de reconocimiento de voz SISI. Fuente (techcrunch.com)

La introducción de cada uno de los materiales que hemos elaborado la realiza un avatar femenino. Nos interesaba introducir un avatar que añadiese a los materiales una interfaz que los alejase del ámbito académico y elegimos una mujer para colaborar a eliminar los sesgos androcéntricos en las ilustraciones e imágenes utilizadas en los materiales de ciencia (Álvarez Lires et al., 2003).

No utilizamos, sin embargo avatares para substituir a la profesora y la intérprete, en primer lugar, porque aumentaba considerablemente la dificultad técnica y, en segundo lugar, porque creemos que la expresión facial y corporal, la lectura labial y la carga emocional de una persona no puede ser substituida por un avatar.

d- ¿Cómo introducimos los subtítulos?

Es un hecho que los alumnos Sordos aprenden más cuando los materiales educativos visuales tienen subtítulos y, por otra parte, la subtitulación también es beneficiosa para aquellos alumnos del aula inclusiva que presentan dificultades de comprensión.

Sadler (2009), desarrolló una tesis doctoral dirigida a evaluar el impacto de los proveedores de servicios de apoyo en la calidad de la información científica disponible para los estudiantes Sordos americanos en las clases de ciencia. Seleccionaron tres cintas de vídeo desarrolladas por la NASA para clases de ciencias de Secundaria centrándose en la exactitud de la traducción, medida por el número de palabras clave de ciencias incluidas en las transcripciones (subtítulos) o vídeos (interpretado). La toma de datos se realizó a través de las transcripciones realizadas por el software CART (subtitulación en tiempo real asistida por ordenador) o por medio de vídeos de intérpretes de lengua de signos.

Los resultados señalan que el uso de subtítulos en tiempo real fue significativamente más preciso, en comparación con los intérpretes de lengua de signos. La autora justifica estos resultados por las múltiples demandas visuales que un alumno Sordo tiene en una clase regular. A diferencia de los alumnos oyentes que pueden mirar y escuchar al profesor, si los estudiantes Sordos pierden la atención en el intérprete para mirar una señal de su profesor o un vídeo sin subtítulos, es posible que pierdan parte de los conceptos científicos o de las relaciones entre conceptos que muestra el docente. Sadler indica en las conclusiones que sería útil saber si dos diferentes modalidades de transmisión de información científica de forma simultánea, como la subtitulación en tiempo real y la presencia de intérpretes, mejoraría la comprensión.

A tenor de estas investigaciones decidimos incluir en los materiales, intérpretes y subtítulos simultáneamente, a modo de una presentación multimedia que facilitase el acceso a dos sistemas de representación del conocimiento en los estudiantes - un canal verbal y un canal visual.

Para los dos hipervídeos experimentales, se presenta la misma información con dos voces diferentes, la de la profesora/ investigadora para las explicaciones y la de Xacobo de Toro y la profesora/investigadora para las animaciones.

Para diferenciar a los personajes que aparecían en el vídeo, utilizamos colores distintos según el personaje que intervenía para que facilitase a los alumnos Sordos el reconocimiento del personaje que intervenía en cada caso.

El lenguaje adoptado para la realización del guión, a incluir en los subtítulos se decidió que fuese en tono divulgativo y se adaptase a los niveles de competencia lingüística del alumnado Sordo y a su velocidad lectora.

e- ¿Qué tipo de información visual introducimos en los vídeos?

Además de animaciones y simulaciones, en los materiales introdujimos organizadores gráficos que ayudasen a discernir al hablante y diferenciar símbolos o conceptos que nos interesaba resaltar, por ejemplo, el átomo de carbono y oxígeno aparecen en distinto color, para resaltar la conservación de los átomos en la reacción química de combustión.

Aunque el diseño de este prototipo es inicial, nuestro propósito es incorporar en el futuro, organizadores gráficos como mapas conceptuales, diagramas causa-efecto, telarañas, líneas de tiempo u organigramas.

f- ¿Cómo atendemos a los alumnos hipoacúsicos?

Un aspecto en el que tuvimos especial cuidado, pensando en los alumnos hipoacúsicos, fue en la calidad del audio de la grabación, que detallamos más adelante en la explicación detallada del proceso de preproducción.

Aunque la introducción de subtítulos e imágenes colaboran en la percepción del contenido de un mensaje por parte de los alumnos hipoacúsicos, nos pareció interesante darles la opción de que pudiesen ralentizar las intervenciones orales para ajustarse a su ritmo de escucha. También decidimos enfatizar el tono grave de las voces por ser un rango de frecuencias más perceptibles para ellos.

g- ¿Qué pautas de accesibilidad audiovisual vamos a seguir?

Para conseguir una mayor accesibilidad, se siguieron las siguientes pautas:

La angulación de la cámara es frontal y se usa la técnica de Chroma Key para conseguir fondos limpios.

El presentador se coloca en el tercio izquierdo del encuadre, dejando el resto para mostrar la información a la que se refiere durante la explicación, y en el medio al inicio de algunos capítulos o cuando se quiera poner énfasis o resumen de algún punto, como se observa en la Figura 8-5.

Figura 8-5: Encuadre del presentador en la grabación de los materiales multimedia

El vestuario del profesor-presentador no puede ser verde para no camuflarse con el fondo verde utilizado en la técnica de Chroma Key (aparece transparente) y se debe diferenciar del de la intérprete que viste negro.

Por razones técnicas de la zona seleccionada para grabar, se escogen los encuadres medio y americano, con angulación normal frontal como mostramos en la Figura 8-6.

Figura 8-6: Planos utilizados en la grabación de los materiales multimedia

- Se eligió un estilo seguido, intermedio entre "webisode" y "animación" (Pérez Rufí, Navarrete Cardero y Gómez Pérez, 2013) con duraciones menores a los 6 minutos (Guo, et al., 2014) y con una finalidad modular, de manera que pudieran valer para diferentes cursos y características del usuario (Letón, García-Saiz, Quintana-Frías y Prieto-Mazaira, 2012).
- La profesora/investigadora y la intérprete aparecen en el encuadre explicando conceptos sobre la materia y sus transformaciones sobre un fondo limpio y pueden interactuar con los elementos visuales que aparezcan.

8.3.2.2. Diseño final.

Finalmente, decidimos incorporar en los materiales los mismos elementos visuales de apoyo de cuatro maneras diferentes: mediada por la profesora/investigadora; un avatar con forma de profesora para la presentación de la unidad; opción de subtítulos y la traducción a LSE del intérprete.

Los y las estudiantes pueden elegir entre tres opciones (ver Figura 8-7):

1- La imagen de la profesora/investigadora en grande y la de la intérprete en pequeño.

2- La imagen de la intérprete en grande y la de la profesora/ investigadora en pequeño.

3- Solo la imagen de la intérprete.

Figura 8-7: Opciones de visualización de las unidades multimedia elaboradas para esta investigación

Esta opción se incorporó para conocer las preferencias de los estudiantes Sordos.

Se les daba también la posibilidad de visualizar o no los subtítulos y podían elegir la velocidad de prosodia en el discurso hablado, un aspecto que consideramos importante en la audición de los alumnos hipoacúsicos (ver Figura 8-8).

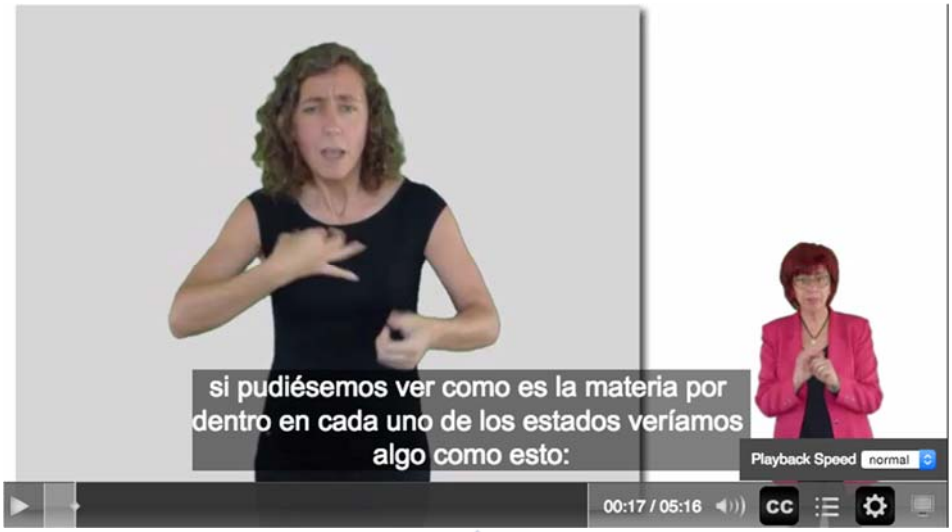


Figura 8-8: Opción de velocidad de prosodia incorporada en los materiales multimedia elaborados para esta investigación

8.3.2.3 Redacción del guion.

La redacción del guion se realizó a lo largo de un mes, buscando contenidos sobre la materia y sus transformaciones en las materias de ciencias de la naturaleza, biología y geología, física y química, presentes en el currículo de Primaria y ESO.

Los contenidos referidos a esas materias y los tópicos se pusieron en común con las profesoras de los centros donde se desarrollaron las experiencias para que los validasen y se procedió a elaborar el guion para dos unidades: "Los estados físicos del agua" y "La Combustión".

Se fijó el nivel de los contenidos para 6º de Primaria y 2º de la ESO y se utilizó un vocabulario concreto que se adaptase a la competencia lecto-escritora del alumnado Sordo. La intérprete revisó los textos y los validó. También nos asesoró sobre aquellos términos que podían tener una especial dificultad en la comprensión, bien porque se trataba de palabras poco familiares para los alumnos Sordos, bien porque los signos utilizados no eran frecuentemente utilizados. Como consecuencia de sus apreciaciones decidimos incorporar un glosario de términos interpretados.

En el guion de cada hipervídeo, se indicaba el tipo de recursos audiovisuales y atrezo que se emplearían posteriormente en el proceso edición de vídeo.

El idioma de redacción del guion es en castellano, puesto que, aunque las materias de "Coñecemento do Medio" y "Ciencias da Natureza" se imparten en gallego, los estudiantes sordos tienen una menor competencia comunicativa en este idioma.

Para la revisión lingüística y a la hora de preparar la interpretación en LSE, se contó con la colaboración de la intérprete.

Finalmente se redactó un guion los dos hipervídeos experimentales. En las Tablas 8-1 y 8-2 se muestran sus secciones.

Tabla 8-1: Secciones del material multimedia "Los estados físicos del agua".

"Los estados físicos del agua"
Bienvenida
¿Cómo lo quieres ver?
Los estados físicos del agua
Glosario
Créditos

Tabla 8-2: Secciones del material multimedia "La combustión".

"La combustión"
Bienvenida
¿Cómo lo quieres ver?
La combustión. Cambio químico y cambio físico.
Glosario
Créditos

Se diseñó una escaleta con el tiempo aproximado de duración de cada una de las secciones, los recursos audiovisuales que se emplearían y el atrezo necesario para facilitar el proceso de grabación.

Para buscar apoyos audiovisuales con los que luego se pudiese interactuar, se empleó el buscador de Creative Commons para ver que materiales permitían un uso no comercial y crear obras derivadas es decir (CC BY). En algunos casos no había material disponible, por lo que se procedió a crearlo sacando las imágenes vídeos y animaciones de la web con copyright, solicitando la autorización de uso (Anexo 8).

8.3.2.4. Instalaciones

Para el rodaje, se montó un pequeño plató. Para mejorar, en lo posible, la calidad de la audición, intentamos buscar la zona que mejor se adaptaba a algunos de los consejos que la American Speech-Language-Hearing Association ofrece en su web y para ello elegimos una zona con tarima de madera (que absorbe mucho mejor las ondas que la baldosa); cortina que cae del techo y que acota el espacio absorbiendo las ondas y evitando que se dispersen y reboten; y la pared cubierta con la tela verde.

8.3.3. Rodaje/producción

El rodaje duró tres días. Las fases de grabación se repetían varias veces hasta que la toma fuese la correcta.

8.3.4. Postproducción

Una vez grabadas las escenas, se realizó el volcado de los materiales al ordenador y se hizo una copia de seguridad de los mismos en un disco externo. A continuación, se visualizó el material y se seleccionaron las tomas válidas.

Antes de la edición y el montaje, se hicieron dos copias de seguridad, una en un disco duro externo físico y otra en una cuenta en la nube de Google Drive.

Para la edición y producción de los vídeos se usó Camtasia Studio, un software para crear tutoriales en vídeo. La Figura 8-7 muestra el proceso de postproducción.

Figura 8-7: Proceso de postproducción con Camtasia Estudio

El siguiente paso fue editar los vídeos que se iban a incorporar en los materiales multimedia. Una vez editados los vídeos de profesor e intérprete se subieron a un canal YouTube (ver Figura 8-10). Estos vídeos constituyen la base para el diseño multimedia que se convertirán en interactivos posteriormente en la siguiente fase.

Figura 8-10: subida de los vídeos al canal Youtube

A continuación, introducimos los subtítulos. La subtitulación literal era muy compleja, por lo que adaptamos los textos a los niveles educativos objetivo, a la velocidad de alocución de la profesora para sincronizar la interpretación y a las habilidades lecto-escritoras del alumnado Sordo. Con todo esto se montó el hipervídeo.

Una vez finalizados, los materiales se subieron a un servidor conectado a Internet y se puede acceder a ellos en las direcciones web:

http://agua.fernandowirtz.com/story.html

http://combus.fernandowirtz.com/story.html

Los materiales creados se pueden consultar desde ordenadores, tabletas o móviles e incluso ofrecen la posibilidad de usarlos offline.

8.4. Metodología

8.4.1. Contexto

Actualmente, la mayoría de los centros educativos gallegos disponen de ordenadores personales dentro del Plan Abalar de la Consellería de Educación de la Xunta de Galicia.

Uno de los objetivos de este plan es disponer de recursos humanos y pedagógicos, así como de infraestructuras y servicios adecuados para el uso cotidiano de la tecnología por parte de todos los agentes de la comunidad educativa, en lo que se denomina centro educativo digital.

La situación es diferente en distintos centros. Así, por ejemplo, los centros A, B y D disponían de pizarra digital en el aula y sala de ordenadores y en el centro C, además de estos recursos, cada alumno tenía un ordenador de uso personal en el aula.

En este contexto digital, la implementación del material multimedia se llevó a cabo en los centros educativos B y D, proyectándola a toda la clase desde la pizarra digital del aula y utilizando los ordenadores portátiles de que dispone cada alumno en el centro C.

8.4.2. Participantes

Aunque los materiales fueron utilizados en gran grupo o individualmente en todos los centros, los participantes objeto de estudio son los alumnos Sordos ya citados y algunos de sus profesores. Concretamente, participaron en los cuestionarios y entrevistas los alumnos Nacho, Pedro, María, Alberto (Primaria) y Pablo (ESO). Respecto a las profesoras se recogieron las percepciones de dos profesoras de aula. La profesora de Primaria del centro B que utiliza habitualmente las TIC en proyectos de aula y la del centro D que también es usuaria de las herramientas TIC en el aula.

8.4.3. Recogida de datos

Nuestra intención era recoger los movimientos en pantalla de cada uno de los portátiles utilizados por los alumnos Sordos para clasificar y analizar sus preferencias: si preferían al intérprete en mayor tamaño, si utilizaban la opción de subtítulos, o la ralentización de la voz (en el caso de los hipoacúsicos), utilizaban el glosario y activaban las animaciones incrustadas en el hipervídeo.

Con esta intención, se pretendía instalar un programa que grabase los movimientos en pantalla “Morae Recorder” en cada uno de los ordenadores personales de los alumnos. Por

problemas de conexión y de permisos de instalación fue imposible utilizar en los centros educativos un ordenador personal con cada uno de los alumnos del aula, por lo que se decidió proyectar las unidades en la pizarra digital de cada uno de los centros, y que solo los alumnos Sordos utilizasen ordenador personal y se consensuó en gran grupo sus preferencias a la hora de visualizar el multimedia.

Paralelamente, la investigadora iba apuntando en sus notas el uso que hacían los estudiantes Sordos de los recursos multimedia.

Los alumnos eligieron la opción de ver a la profesora en el área central de la pantalla y a la intérprete en el lateral derecho de la pantalla y en menor tamaño.

Todos los alumnos, oyentes y Sordos preferían ver los subtítulos y ninguno eligió la opción de ralentizar la intervención oral.

Para poder evaluar la satisfacción de los alumnos Sordos con el material multimedia se les pasó un cuestionario (Anexo 10), en la que se les hacían preguntas sobre su experiencia en e-aprendizaje, grado de satisfacción con los materiales, facilidad de uso, preferencias para su instrucción multimedia, intención de uso, y su percepción como usuarios de la utilidad, usabilidad y eficacia de este tipo de materiales.

Para conocer la percepción de los profesores sobre el uso de los materiales la investigadora les envío el link de los materiales multimedia para que los analizasen en profundidad y, posteriormente realizamos una entrevista.

8.5. Resultados y discusión

8.5.1 Percepción y preferencias del alumnado Sordo sobre la utilización de los materiales de hipervídeo desarrollados para esta investigación

El objetivo de la encuesta realizada a los estudiantes Sordos, era buscar una respuesta a la pregunta 6 de esta investigación: *¿Cuál es la percepción del alumnado Sordo sobre la*

utilización de los materiales de hipervídeo desarrollados para esta investigación y cuáles son sus preferencias a la hora de utilizar dichos materiales?

Los resultados de las encuestas reflejan que todos los alumnos Sordos utilizan habitualmente dispositivos digitales, destacando el uso de los teléfonos móviles con tarifa de datos, las tabletas y la consola de videojuegos. Están familiarizados con el uso de Internet (el 83,3% responde que lo utiliza mucho y solo un 16,7 % dice que lo utiliza a menudo).

Sin embargo, cuando se les pregunta si han utilizado recursos didácticos o contenidos educativos en sus tablets o teléfonos, cinco de los seis alumnos indican que poco y una alumna dice que nunca.

Cuando se les preguntó por qué, todos indicaban que el motivo era que no podían escucharlos. Este resultado está en consonancia con nuestra percepción sobre la poca variedad de recursos digitales accesible al alumnado Sordo.

Respecto al grado de satisfacción con los materiales experimentales, el 75% de los alumnos indica que les gustan mucho y un 25% que les gustan bastante.

Las respuestas a las preguntas específicas sobre el grado de utilidad de los materiales se recogen en la Tabla 8-3.

Tabla 8-3: Respuestas de los alumnos a las preguntas sobre la utilidad y eficacia de los materiales multimedia elaborados para esta investigación

Utilidad y eficacia	**Grado de satisfacción (n=5)**			
	Nada	**Poco**	**Bastante**	**Mucho**
1-Estoy satisfecho con las opciones que me ofrecen los materiales: Glosario, animaciones, subtítulos.				5
2-Creo que este tipo de material me ayuda a comprender mejor los contenidos.		1		4
3- Creo que los materiales de este tipo me ayudan a comprender mejor las explicaciones de mi profesora			2	3
4-Estos materiales me motivan a aprender cuestiones relacionadas con la ciencia.			1	4
5-Creo que este tipo de materiales se adapta a mis necesidades.		1	1	3
6-Creo que estos materiales son útiles para mi aprendizaje.			1	4

Los estudiantes valoran positivamente este tipo de recursos que consideran adaptado a sus necesidades y como apoyo a las explicaciones del profesor.

Los alumnos con sordera profunda son los que mejor valoraron lo materiales.

Al tratarse de un material experimental, nos interesaba conocer sus respuestas sobre la idoneidad de la instrucción multimedia que se muestran en la Tabla 8-4.

Tabla 8-4: Respuestas de los alumnos a las preguntas sobre la idoneidad del diseño de los materiales multimedia elaborado para esta investigación

Instrucción multimedia	Grado de satisfacción (n=5)			
	Nada	Poco	Bastante	**Mucho**
1- Utilicé la opción de subtítulos.				5
2- El Glosario de términos me ayuda a comprender mejor los contenidos.			2	3
2- Me gusta poder elegir entre las distintas opciones.		1		4
4- Incluir animaciones y simulaciones me ayuda a comprender los contenidos.			1	4
5- Incluir la presencia del intérprete en la pantalla me ayuda.			1	4
6--Utilicé la opción de bajar la velocidad con la que hablaban los personajes.	5			

7- Sobre las opciones de pantalla.	Solo intérprete.	Profesora central e intérprete en la esquina.	Intérprete central y profesora en la esquina.
	2	3	

Creemos que con estos datos podemos contestar, sin generalizar resultados y ciñéndonos al contexto de estudio, a la pregunta 6: ¿Cuál es la percepción del alumnado Sordo sobre la

utilización de los materiales de hipervídeo desarrollados para esta investigación y cuáles son sus preferencias a la hora de utilizar dichos materiales?

La percepción de los estudiantes sobre este tipo de materiales es mayoritariamente muy positiva, sobre todo por parte de los alumnos con sordera profunda.

La incorporación de subtítulos parece relevante para los estudiantes Sordos, pero además, el resto de los estudiantes del aula inclusiva también los utilizaron. En los centros B y C, un alto porcentaje de los alumnos son inmigrantes con un pobre desempeño de comunicación lingüística. El hecho de que los subtítulos fuesen elaborados pensando en alumnos con habilidades lecto-escritoras poco desarrolladas, les ayudó a mejorar su comprensión, en concordancia con los resultados de los estudios de Andrew et al. (2006), Hart y Lee, (2003), Marschark (1997) y Vosganoff et al. (2011) sobre los beneficios de la subtitulación para alumnos Sordos y con dificultades en lecto-escritura.

Se les preguntó a los alumnos Sordos por qué preferían las actividades con subtítulos. Nacho respondió: "*Para leer lo que está diciendo el intérprete, que a veces con el signo te lías"*, Pedro también comentó que le ayudaba a identificar los signos y los dos alumnos hipoacúsicos respondieron que les ayudaba a identificar lo que no habían percibido.

Parece que la opción de ralentizar el discurso no aporta nada a los alumnos hipoacúsicos y todos los soportes visuales, simulaciones y glosario son muy bien aceptados, como era lógico esperar.

En el diseño de la investigación no tuvimos en cuenta la subtitulación o incorporación de una voz en off en el Glosario, una característica que se debería añadir en futuras unidades multimedia para que el Glosario pueda ser útil a los alumnos oyentes.

Respecto a la elección de las opciones de pantalla, todos los alumnos, excepto María y Nacho, eligen la opción en que aparece solo la intérprete. En el caso de María parece una opción lógica pues solo se defiende en Lengua de Signos, su nivel de lectura se corresponde con un niño de 2º de Primaria y casi no utiliza la lectura facial. Sin embargo, nos llamó la atención que Nacho prefiriese dicha opción, y cuando le preguntamos el motivo nos indicó que prefería esa opción porque "*Me gusta la intérprete ocupa toda la pantalla para ver mejor la LSE. Me molesta la profesora en pequeño. Adoro la LSE"*.

Sin embargo, Pedro, cuyo desempeño comunicativo en lengua oral es menor al de Nacho, indica que ha elegido la opción con la profesora en el plano central *"Porque la profesora explica"*.

Respecto a la intención de uso, les preguntamos si les gustaría poder usar este tipo de material para utilizar en casa y en otras clases. Todos los alumnos contestaron afirmativamente.

Sobre la utilidad de uso de los materiales, su opinión coincidía en que eran bastante o muy fáciles de utilizar y que, con una pequeña información al principio, ya sabrían utilizarlos posteriormente.

En resumen, creemos que los resultados apoyan el diseño de materiales basados en el hipervídeo que integren opciones de accesibilidad para los estudiantes Sordos y que, a la vez, sirven para atender a la diversidad del aula inclusiva.

5.1. Percepción y preferencias de los profesores con alumnado Sordo sobre la utilidad y potencialidad de los recursos de hipervídeo.

Las respuestas en las entrevistas sobre el cuestionario que se le envió vía mail a los profesores para que analizasen en profundidad la utilidad didáctica de estos materiales en el aula inclusiva, junto con las observaciones del profesorado durante la implantación de los materiales en el aula fueron planteadas para tratar de responder a las preguntas 7 y 8 de esta investigación:

1. Pregunta 7: ¿Se trata de un material útil para el profesor en el aula de ciencias inclusiva?
2. Pregunta 8: ¿Qué cambios deberíamos incorporar en el diseño de los materiales prototipo a partir de las valoraciones de los estudiantes Sordos y sus profesores que atiendan a "todos" los estudiantes?

En la entrevista solo participaron las profesoras de los centros B y C, respectivamente de Primaria y Secundaria. Las preguntas se muestran en la Tabla 8-5.

Tabla 8-5: Preguntas realizadas en la entrevista a las profesoras sobre su percepción de la utilidad de los materiales multimedia elaborados para esta investigación

Preguntas de la entrevista a las profesoras sobre aspectos relacionados con el material multimedia.
Facilidad de navegación.
Utilidad en el aula inclusiva y específicamente con el alumnado Sordo.
Adecuación de los contenidos.
Integración de animaciones.
Presencia de una intérprete en las unidades multimedia.
Utilidad como material de apoyo en el aula.
Utilidad de los subtítulos.
La herramienta tiene la posibilidad de insertar cuestionarios que le llegan directamente al profesor, glosarios de términos con subtítulos, enlaces a páginas web ¿Te parece interesante integrar esas herramientas? ¿Qué más le añadirías?

Las dos profesoras, Beatriz y Begoña, valoraron positivamente la facilidad de navegación de las unidades y ambas comentaron que la posibilidad de reanudarlas desde cualquier momento de la exposición y que los vídeos permitan señalar el momento exacto de una intervención les parecía muy cómodo para no interrumpir la dinámica de aula.

Respecto a la utilidad en el aula, las dos profesoras señalaron que les resultaba muy útil poder disponer de recursos de este tipo con los alumnos Sordos y que, además, consideran que sus beneficios se extienden al aula en general, por el alto porcentaje de alumnos inmigrantes en sus aulas con dificultades en comprensión lectora.

Consideraban adecuado el nivel de contenidos, y las animaciones le parecieron muy motivadoras para los alumnos.

Respecto a la presencia de la intérprete en la pantalla, la profesora de Secundaria indicó que le parece muy interesante puesto que en aquellas ocasiones en las que la intérprete no puede acudir al aula, la comunicación con los alumnos Sordos es muy difícil y este tipo de aplicaciones suplirían eventualmente su ausencia. Así, las dos indican que les parece muy interesante como material de apoyo en el aula.

En referencia a las posibilidades de la herramienta para incluir cuestionarios, glosarios y enlaces a páginas web, les parecen muy atractivas y Beatriz, profesora de Primaria, señala que incorporaría un juego final de comprensión y vídeos sobre actividades experimentales, al no disponer en su centro de laboratorio.

La respuesta a las preguntas 7 y 8 de esta investigación necesitaría de un estudio con más participantes, pero, aun así, inferimos de la percepción de las profesoras sobre la utilidad de estos materiales en el aula inclusiva, que pueden ser de utilidad para apoyar al profesorado de ciencias en su labor con el alumnado Sordo y para atender a las necesidades individuales de los alumnos en el aula inclusiva.

Por último, tanto las apreciaciones de los alumnos como de sus profesoras pueden ser de utilidad para futuros desarrollo de materiales multimedia que atiendan a las necesidades del alumnado Sordo, entre ellas, la incorporación de subtítulos en el glosario, la integración de actividades de laboratorio y de otras utilidades de la herramienta como pueden ser cuestionarios, juegos o enlaces a páginas web, incluso como apoyo en la comprensión de las palabras utilizadas en los subtítulos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Capítulo 9. DISCUSIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS Y LIMITACIONES DE ESTE ESTUDIO

9.1. Introducción

En este capítulo se presenta la discusión general de los resultados obtenidos en las diferentes fases de la investigación. En primer lugar, se señalan las aportaciones de la prueba piloto para el diseño de la segunda fase de la investigación y las implicaciones de los resultados aportados por el análisis del contexto de la prueba piloto y de los cuestionarios y entrevistas realizados a profesores e intérpretes sobre su labor en el aula inclusiva con alumnado Sordo. A continuación, se discuten los resultados obtenidos en los tres estudios de caso realizados con el fin de conocer los procesos de modelización y análisis del discurso sobre la materia y transformaciones con alumnado Sordo.

Por último, se responde a las preguntas relacionadas con la potencialidad de un recurso multimedia diseñado para la investigación y que atiende a las características del alumnado Sordo y de todos los alumnos en el aula inclusiva.

9.1.1 Aportaciones de la prueba piloto a la Fase II de la investigación

Antes de discutir los resultados de la investigación, nos parece interesante señalar las dificultades que nos encontramos en el diseño de esta investigación por si pueden ser de utilidad para futuros estudios.

Desde nuestra experiencia, creemos que a la hora de diseñar una investigación con alumnado Sordo en el aula de ciencias es necesario, en primer lugar, propiciar una buena situación comunicativa. Para ello habrá que tener en cuenta parámetros relacionados con el agrupamiento de los alumnos que favorezcan la visualización de todos los participantes en la experiencia, evitar grupos muy numerosos por las dificultades que generan en la transcripción

de datos en distintas lenguas (oral y LSE), y llevar a la práctica una serie de estrategias comunicativas. Entre ellas desatacamos, conocer y practicar los recursos comunicativos que nos permitan interaccionar con el alumnado Sordo, previo análisis de los informes de los Equipos de Orientación, intérpretes y profesores, fomentar la participación en los debates e insistir en la correcta comprensión de las preguntas por parte de los alumnos para aumentar la fiabilidad de la investigación.

Respecto a los textos escritos aparece, por una parte, la necesidad de adaptarlos al nivel de lecto escritura de los participantes, aprovechando todos los soportes visuales y gráficos que podamos integrar, teniendo en cuenta las particularidades de la LSE a la hora de redactar textos y, por otra, se hace necesario conocer las características morfosintácticas de la LSE para interpretar los textos de los alumnos.

En el caso de la investigación en enseñanza de las ciencias, coincidimos con Furth (1964, 1966) y Boyd y George (1973) en que la incorporación de experiencias con base visual en las que el contenido textual sea mínimo y donde los estudiantes Sordos puedan utilizar sus habilidades de observación y descripción son muy apropiadas a la hora de diseñar una investigación didáctica con este colectivo de estudiantes.

Estrategias como las de Predecir, Observar, Explicar (POE) que hemos utilizado en nuestro estudio se ajustan a este patrón.

En resumen, consideramos que las aportaciones de la fase piloto fueron muy importantes para el correcto desarrollo de la Fase II, ya que facilitaron el desarrollo de los tres estudios de caso que llevamos a cabo tras la experiencia piloto y pueden ser útiles para futuras investigaciones.

9.2. Conocer la realidad del aula de ciencias a través de las percepciones de los profesores e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo

En este epígrafe se responde a las preguntas 1, 2 y 3 de la investigación.

Pregunta 1: ¿Cuál es la percepción de los profesores de ciencias e intérpretes educativos sobre la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo?

Pregunta 2: ¿Qué retos plantea la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo en las aulas gallegas?

Pregunta 3: ¿Qué necesidades plantea la enseñanza de las ciencias con alumnado Sordo en las aulas gallegas?

9.2.1 Percepciones de los profesores

En general, las percepciones de los profesores que han participado en este estudio sobre la inclusión educativa son muy positivas a la inclusión escolar del alumnado Sordo. Aun así, el análisis de las respuestas en las entrevistas y cuestionarios parece indicar que los profesores de Secundaria tienen unas expectativas inferiores respecto a sus alumnos Sordos que los profesores de Primaria. Coincidimos con Larrivee et al. (1979); Cochran (1998) y Smith (2000) que estos resultados se pueden atribuir a los cortos períodos de tiempo en que los profesores de Secundaria interactúan con sus alumnos con necesidades educativas especiales y que es necesario profundizar en la dimensión afectiva de los docentes de Secundaria para favorecer la inclusión educativa de estos estudiantes.

Aunque la mayoría de los participantes tienen una experiencia de entre 5 y 10 años en su práctica docente, su experiencia con alumnado Sordo es escasa, excepto en el caso de los profesores del centro A, antiguo Centro Específico de Sordos. Creemos que este dato es muy preocupante, ya que no ayuda a la inclusión con garantías académicas para el estudiante Sordo y, por otra parte, dificulta la especialización del profesorado que, aunque cuente con apoyos desde el equipo de Orientación educativa y con los intérpretes, necesita formarse en metodologías que atiendan a las necesidades del colectivo Sordo escolarizado.

Todos los profesores participantes coinciden en que el conocimiento de la LSE es de suma importancia para los maestros que trabajan con estudiantes Sordos. Sin embargo, excepto los profesores que trabajan en centros que históricamente han sido centros de referencia en la educación con alumnado Sordo, no conocen la LSE.

En nuestra opinión la falta de agrupamiento de los estudiantes Sordos y la movilidad del profesorado dificultan, por una parte, la existencia de centros donde haya profesores con

conocimientos de la Comunidad Sorda escolarizada y por otra, puede afectar negativamente a la integración de los alumnos Sordos en centros ordinarios, tal y como señalaban los resultados de las investigaciones realizadas por Marchesi (1983) y Silvestre (1991) en las que se concluía que las dificultades de comunicación en un centro inclusivo sin agrupamiento escolar afectan negativamente al desarrollo emocional de este colectivo de estudiantes.

La mayoría de los profesores 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.

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. También sugieren disponer de más tiempo para colaborar con el intérprete y la presencia de profesores de apoyo especialistas en ciencias.

Su percepción sobre la actitud hacia el aprendizaje de las ciencias de los alumnos Sordos es que, en general, la disposición hacia los contenidos de ciencias es muy buena, sobre todo cuando se enfrentan a tareas de laboratorio o con alto contenido visual.

Aunque muchos de ellos indican que no han tenido que hacer adaptaciones curriculares importantes, subrayan la importancia de la evaluación diferenciada y de la flexibilidad curricular para atender a las necesidades específicas del estudiante Sordo.

Las dificultades con que se encuentran los profesores en el aula de Ciencias con estudiantes Sordos, atienden prioritariamente a las dificultades comunicativas y las relacionadas con las habilidades lecto-escritora 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 de 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 elaborar resúmenes y estrategias de enseñanza adaptadas a sus necesidades.

Los resultados revelan también que, muchas veces, los profesores de ciencia sin experiencia con alumnado Sordo tienden a considerar que estos estudiantes no necesitan soportes de otro tipo como pueden ser: apoyos gráficos, asegurarse de que han comprendido los términos científicos o tiempo extra de apoyo antes y después de las clases cuando se introducen conceptos nuevos.

Otros profesores mencionan que la excesiva preocupación por atender al cumplimiento de la programación supone un obstáculo en el tratamiento de temas importantes en la formación científica desde el punto de vista de la alfabetización científica para la ciudadanía y condicionan la innovación en el plano metodológico, tal y como señalan Oliva y Acevedo (2005) en las conclusiones del informe que enviaron al Ministerio de Educación y Ciencia como aportación al debate para la reforma del sistema educativo, sobre la enseñanza de las ciencias en Primaria y Secundaria.

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 Stepheson y Easterbrooks (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.

Respecto a la introducción de conceptos que llevan parejos nuevos términos en LSE, los profesores declinan su responsabilidad en los intérpretes o pactan con el intérprete y los alumnos los nuevos signos. Este es un aspecto de especial importancia porque un intérprete no tiene por qué conocer en profundidad el significado de los conceptos científicos y puede generar la introducción de ideas alternativas en el proceso de interpretación.

Los docentes de los centros con más experiencia en educación de alumnado Sordo aluden a la necesidad de una normalización de los signos científicos en LSE, un proceso en el que, según sus opiniones, debería colaborar la Comunidad Sorda, lingüistas, intérpretes y profesores de ciencias tal y como indica en concordancia con otras investigaciones centradas las dificultades a las dificultades con los neologismos científicos en LSE (Cacamise, 1988; Jones 2004; Lang, 2007; Mishra, 2004; Morales, 2008; Rasmus y Allen,1988; Salles, 2009).

En relación a los recursos e infraestructuras disponibles, la percepción general de los profesores de centros ordinarios es que la cantidad de recursos humanos y materiales para atender a las características del alumnado Sordo es escasa. Sobre todo en lo que se refiere a los recursos humanos de apoyo, los recursos necesarios para la práctica científica, las instalaciones de aula y las herramientas TIC. Sin embargo, los centros como el A, B y C, donde el centro A actúa como asesor en régimen de escolarización combinada con el centro B y como asesor y de apoyo en el centro C, la percepción es muy diferente.

Una vez más, insistimos en la necesidad de agrupar y distribuir los alumnos Sordos de forma que puedan beneficiarse de las ventajas que estos agrupamientos suponen como son disponer de una plantilla de profesores experimentados y de recursos e infraestructuras que respondan a sus necesidades.

A tenor de las respuestas, las necesidades de recursos que plantean se corresponden con los resultados de las investigaciones sobre requerimientos de los centros para un buen desempeño de la inclusión de alumnos Sordos (Sánchez, 2008), como son el acceso a herramientas TIC adaptadas a sus características, posibilidad de realizar visitas de estudio y, sobre todo poder acceder a recursos humanos (profesores de apoyo en ciencias, intérpretes, etc.).

Por último, los profesores sugirieron, una serie de estrategias dirigidas a una mejora en la enseñanza de las ciencias en el aula con alumnado Sordo, que se recogen en el Capítulo 5 de esta Tesis. Todas ellas coinciden con los señalados en distintas investigaciones, tanto en lo que se refiere a las ventajas de la experimentación como señalaban las investigaciones de Boyd y George (1973), Easterbrooks y Stephenson (2006), Hart y Lee (2003), Spencer (2006) y Wang, (2011); la importancia de los apoyos visuales (Cifuentes y Hsieh, 2004; Freel et al. 2011; Golos y Moisés, 2011; Lieberman 2011; Ruiz y Muñoa, 2014), y la inclusión de las TIC (Golos y Moises 2011, 2013a, 2013b; Lang y Steely, 2003; Parton, 2006; Shepherd y Alpter, 2015; Smith, 2006).

Es importante resaltar que estas estrategias de enseñanza, favorecen también el aprendizaje de todos los alumnos del aula inclusiva, por lo que su incorporación a las aulas beneficia a todos los alumnos.

Sin embargo, echamos en falta propuestas de mejora relacionadas con metodologías didácticas como la argumentación en el aula o el aprendizaje de las ciencias por indagación que como indica la investigación desarrollada por Sunai y Burch (1982) permitan a los estudiantes Sordos participar en situaciones significativas y reales en el aula de ciencia, para estimular el desarrollo intelectual y las capacidades lingüísticas de estos estudiantes. La falta de referencias a este tipo de metodologías creemos que está relacionada con la falta de formación del profesorado en este área, sobre todo en la etapa de Primaria, y dificulta la puesta en práctica de propuestas como las que Marshack, Lang y Albertini (2002) aconsejan en su libro "Educating Deaf Students: From Research to Practice" en el que aconsejan introducir metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas, la indagación y la argumentación en el aula de ciencias con alumnado Sordo para promover el desarrollo del lenguaje, el pensamiento crítico, las habilidades de argumentación, los procesos metacognitivos y la creatividad.

Coincidimos con Lang y Propp (1982) que los programas escolares necesitan una modificación urgente en metodologías didácticas y estrategias de enseñanza que favorezcan la enseñanza de las ciencias en el alumnado Sordo e incrementen la presencia, casi anecdótica, de los estudiantes Sordos en carreras científicas.

9.2.2. Percepciones de los intérpretes educativos

El análisis de las respuestas de los intérpretes educativos a los cuestionarios y entrevistas complementó la percepción y necesidades que mencionan los profesores de ciencias.

Según Marshack et al. (2004) y Shick et al. (2006) las habilidades y conocimientos del intérprete educativo son determinantes en la educación de los alumnos Sordos que necesitan de intérprete. De los resultados de este estudio inferimos que la formación de la mayoría de los intérpretes gallegos supera con creces la formación obligatoria para ejercer dicha profesión. Así, la mayoría de los intérpretes disponen de titulación universitaria en áreas relacionadas con la educación, o con las lenguas, lo que supone un enriquecimiento en sus funciones como intérpretes (González Abeleira, 2015). Aun así y coincidiendo con sus percepciones, se echa en falta la especialización por áreas de conocimiento. Creemos que para un intérprete puede resultar difícil la interpretación de conceptos científicos para los que no existe un signo normalizado, sobre todo cuando la dificultad de los mismos se incrementa a lo largo de las

etapas educativas. No tanto en términos comunicativos, sino porque a la hora de pactar el signo con el alumno Sordo puede estar integrando sus ideas alternativas sobre el significado de dicho concepto.

En este sentido, y a falta de formación especializada, consideramos que la colaboración del intérprete con el profesor de ciencias es fundamental.

Al igual que en la investigación realizada por Mishra (2004) para conocer las percepciones y necesidades de los intérpretes educativos en la India, en sus respuestas señalan la dificultad inherente a la interpretación de algunos conceptos científicos, sobre todo aquellos que conllevan un alto grado de abstracción y aluden a la presencia de neologismos científicos para los que, al tratarse la LSE de una lengua en proceso de análisis, crecimiento y estandarización, no existe un signo normalizado.

En estos casos los intérpretes acuden a la dactilología para nombrar los conceptos, pero este sistema ralentiza el flujo del discurso en el aula.

También consideramos muy importante su labor como dinamizadores en las discusiones en grupo ya que, muchas veces, el profesor no conoce las estrategias a seguir durante el desarrollo de un debate en el aula con alumnado Sordo. Así las intérpretes participantes en nuestro estudio, asignan un turno de palabra a cada alumno, señalan claramente quién está interviniendo y hacen un resumen de las interpretaciones.

Respecto a las dificultades a la hora de realizar su labor mencionan que, en ocasiones, los profesores no conocen la función del intérprete y delegan en él cuestiones didácticas que no les corresponden o no adaptan el ritmo de sus intervenciones en el aula y en el laboratorio a las necesidades del intérprete, dos percepciones que coinciden con el estudio de caso realizado por Powell (2013) en Nueva Zelanda y con el análisis de las respuestas de los profesores de este estudio donde también se señalaba la delegación de responsabilidades del profesor hacia el intérprete educativo.

Creemos que es necesario que la Administración Educativa propicie el conocimiento de las funciones asignadas a un intérprete entre el profesorado.

Los participantes se muestran satisfechos con los recursos de los que disponen (glosarios, diccionarios on-line, etc.) y que, mayoritariamente, proceden de la iniciativa particular, aunque les gustaría disponer de más tiempos de trabajo en común con los profesores.

Respecto a las necesidades de formación aluden a que es necesario reforzar en la formación inicial de intérpretes sobre todo para reforzar los recursos comunicativos. Consideran que la formación de los intérpretes debería integrarse en el ámbito universitario además de señalar la necesidad de la formación continua por áreas de especialización. Estos mismos resultados se aprecian en la investigación de Powell (2013) anteriormente citada.

Las propuestas de mejora que sugieren y que se recogen en el Capítulo 5 de esta Tesis, coinciden con las propuestas por profesionales Sordos en áreas científicas que se proponían en el estudio de Grooms (2015) sobre las percepciones de profesionales sordos científicos de las aptitudes que debería desarrollar un intérprete en esta área.

En resumen, y como respuesta a las preguntas de investigación 1, 2 y 3, podemos resumir que tanto los intérpretes educativos como los profesores perciben positivamente la inclusión educativa de los alumnos Sordos, encuentran dificultades en la enseñanza e interpretación de conceptos científicos y aluden a la necesaria estandarización de los neologismos científicos y a la formación en recursos comunicativos que les ayuden a mejorar las situaciones comunicativas en el aula.

Los dos colectivos coinciden en señalar la importancia de la colaboración mutua y echan en falta espacios y tiempos para la reflexión.

Tanto los intérpretes como los profesores, aluden a sus necesidades de formación para mejorar las situaciones comunicativas del aula, tanto en los que respecta a la realización de cursos de especialización/reciclaje en metodologías didácticas como en actividades de instrucción en recursos didácticos.

9.3. Conocer los modelos que utilizan los estudiantes sordos para explicar la transformación de la materia, los niveles de progresión de su aprendizaje y si son similares a los utilizados por los alumnos oyentes

En este epígrafe tratamos de dar respuestas a las preguntas 4, 5 y 6 de la investigación.

Pregunta 4: ¿Qué tipo de modelos utilizan los estudiantes Sordos para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia?

Pregunta 5: ¿Los modelos utilizados por el alumnado Sordo para explicar la materia y sus transformaciones, debido a sus características singulares, son similares a los utilizados por los alumnos oyentes?

Pregunta 6: ¿Se corresponde la progresión de aprendizajes sobre la materia y sus transformaciones con la que se describe en la literatura para los alumnos oyentes?

A la hora de hacer una discusión general de los resultados obtenidos conviene resaltar, que, en algunas ocasiones, puede ocurrir que donde la entrevistadora observe inconsistencias en las explicaciones, los estudiantes no las detecten. Esto puede deberse a que utilizan un modelo de explicación que les resulta satisfactorio, pero no es un modelo científico, o porque sí tienen algún conocimiento de modelo científico pero no es detectado en sus respuestas por la entrevistadora, o bien, se encuentran en un estado de transición entre aceptar una u otra teoría como señalan Watson y Prieto (1995) y Löfgren y Helldén (2009).

El alcance limitado de sus explicaciones se observa también, en el uso impreciso de la terminología científica. Hemos observado esta deficiencia si cabe más acrecentada por la falta de estandarización de algunos signos de carácter científico, así, en nuestro estudio, el signo utilizado para la palabra “vapor” es ambiguo pues también se refiere al estado gas de forma genérica. Esta laguna en el desarrollo de ciertos conceptos científicos puede explicar la inconsistencia en las explicaciones acerca del fenómeno observado, desde una perspectiva científica, pero no lo es desde la propia perspectiva de los estudiantes.

Los resultados muestran que los estudiantes utilizan diferentes modelos para explicar la transformación de la materia, dependiendo del tipo de fenómeno estudiado y del contexto en que se requiera la explicación, por lo que aparecen distintas explicaciones de un mismo alumno para el mismo fenómeno.

En varias ocasiones, los estudiantes no entienden que haya que explicar este cambio; es un fenómeno cotidiano que no necesita explicación, este tipo de razonamiento trae consigo dos reflexiones; por un lado, la solidez que presentan las estructuras alternativas a la hora de explicar un fenómeno y, por otro, el desarrollo de dos estructuras diferentes de explicación, las personales y las escolares, en dos dominios diferentes, el cotidiano y el simbólico (Solomon, 1983).

Los modelos que utilizan en sus explicaciones se corresponden con los que señala la literatura para alumnos oyentes (Handelfeldt y Neumann, 2014; Liu y Lesniak, 2005, 2006).

Para facilitar la lectura, discutimos cada fenómeno estudiado por separado.

9.3.1. Explicaciones de los estudiantes Sordos sobre los cambios de estado del agua

Los modelos que utilizan en sus explicaciones los estudiantes participantes en los EC2 (Primaria) y EC3 (Secundaria), se corresponden con los que la literatura señala para los alumnos oyentes (Handal, 2010). Así, en las respuestas a los cuestionarios, su mala comprensión de los cuatro aspectos básicos de la teoría corpuscular (la materia está hecha de partículas discretas, las partículas están en constante movimiento al azar, el espacio entre las partículas está vacío, existen “fuerzas” o “enlaces” entre las partículas) afecta a las explicaciones de los estudiantes sobre los cambios de estado.

En la entrevista inicial, explican que las burbujas en el agua hirviendo están hechas de calor, aire, oxígeno o hidrógeno y vapor, como indicaban Osborne y Cosgrove (1983) en los resultados de un estudio realizado a más de 700 alumnos oyentes de entre ocho y 17 años en EEUU.

Para explicar en la experiencia POE en la que se calentaban unos hielos hasta la evaporación, los estudiantes de Primaria dicen que el agua ha desaparecido, aluden a su percepción, y aplican lo que para ellos son explicaciones satisfactorias de un cambio que no se ve.

En la pregunta sobre la condensación de agua en las paredes externas de un bote frío, indican que "el agua atravesó el bote", o "que el frío pasó a través del bote", al igual que los alumnos de Primaria del estudio de Osborne y Cosgrove (1983).

En un principio no encontraron la necesidad de recurrir al nivel microscópico para explicar los cambios de estado, sin embargo, 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.

Sin embargo, los estudiantes de Secundaria, a los que ya se les ha enseñado la teoría corpuscular, son capaces de explicar el fenómeno utilizando un modelo más cercano al modelo científico.

9.3.2. Explicaciones de los estudiantes Sordos sobre la combustión de una vela

En la experiencia de la combustión de una vela en el estudio piloto (EC1), aparecen mayoritariamente tres tipos de explicaciones que se pueden encuadrar en las categorías de transmutación, modificación y “no hay nada que explicar” de Andersson (1986). Solo dos alumnas, después de un debate entre compañeros, utilizan modelos cercanos al de interacción química.

Los alumnos de Primaria (EC2), sin embargo, utilizan la categoría de transmutación para explicar lo que sucede y en los de Secundaria aparece la categoría de modificación

Las estructuras de transmutación y modificación están fuertemente arraigadas en los estudiantes, pues pueden explicar la mayoría de las observaciones cotidianas de la combustión. Según, Chi (1998) y Watson y Prieto (1995), una de las razones de su persistencia es que se trata de estructuras que requieren un menor nivel de procesamiento cognitivo que la interacción química

La mayoría de las explicaciones de los estudiantes son descriptivas y no reconocen los productos de la reacción, aun cuando la entrevistadora hace hincapié en el vapor de agua depositado en las paredes del vaso.

Watson y Prieto (1995) señalan la necesidad de poner énfasis en el aula en aspectos como el papel de los gases en la combustión, puesto que la categoría de transmutación o modificación no pueden explicarlo, pero si la de la "reacción química".

Estos resultados pueden verse influenciados por la poca práctica de laboratorio que parecen demostrar en algunas de sus intervenciones.

Respecto al papel del oxígeno en la combustión, todos los estudiantes, después de la discusión en grupo, reconocen el papel del oxígeno como necesario para que se produzca la combustión, pero no saben explicar cuál es su función y creen que lo único que se quema es la mecha, lo que coincide con investigaciones previas como la de Gabel et al. (2001).

9.3.3. Explicaciones de los estudiantes Sordos sobre la descomposición térmica del azúcar

Esta experiencia se llevó a cabo en los EC1 y EC3, es decir los alumnos del centro piloto y los del centro C de Secundaria.

En la descomposición térmica del azúcar, los estudiantes utilizan la categoría de modificación de Andersson (1986) para explicar la transformación del azúcar en carbón, señalan que se ha producido un cambio de estado, el azúcar se funde, un resultado que coincide con lo que perciben y que también aparecía en las experiencias realizadas por Mehéut (1985) y Sesto (2015) con alumnos oyentes.

9.3.4. Explicaciones de los estudiantes Sordos sobre la descomposición de un animal en el bosque

Esta experiencia, se realizó con los alumnos Sordos participantes en el EC1 (centro piloto).

En un principio la idea que estructura las conversaciones entre los alumnos la pondríamos en la categoría de desaparición tanto a nivel macroscópico como microscópico.

Una estudiante crea una diferencia (Ogborn et al., 1998) e introduce la idea de ciclo, estas ideas son asumidas por los demás estudiantes. La transferencia de lo macroscópico a lo microscópico provoca en este caso ideas animistas sobre el átomo y no diferencian los niveles macro y micro de modo que los mezclan en una misma explicación. La idea de ciclo que se expresa aquí tendría relación únicamente entre el animal, la tierra y otros seres vivos. En este ciclo, los átomos sufren desplazamientos (entre el suelo, las plantas y los animales), bien porque se funden con la tierra, se expanden a otros lugares o son comidos por otros seres vivos.

Así, aparecen inicialmente dos categorías de explicación, “no necesita explicación” y desplazamiento (Andersson, 1986), que fueron variando a lo largo de sus intervenciones hacia las categorías de transmutación y, en el caso de dos alumnas, se acercaron a la de interacción química, acorde con los resultados obtenidos en otras investigaciones con estudiantes oyentes como la de Helldén (1995).

Nuestra intención era analizar no solo las características de los modelos que utilizaban para explicar los fenómenos, como en el centro piloto, sino que nos interesaba conocer también la evolución en los niveles de aprendizaje y los efectos de la instrucción.

Con este fin, introdujimos en los EC2 y EC3, una serie de secuencias en las que inicialmente se desarrollaban actividades de exploración de ideas, actividades de introducción de ideas y actividades de aplicación para que pudieran extrapolar lo aprendido a otras situaciones.

Los resultados parecen indicar que la instrucción sobre el modelo científico que explica las propiedades de la materia a través de analogías, dramatizaciones y apoyos multimedia científicos favorece, como en la investigación desarrollada por Benarroch (2000), los cambios conceptuales de los niveles originales a los contiguos superiores en aquellos estudiantes que utilizaban modelos de explicación cercanos a una visión microscópica de la realidad.

Tanto los niveles de aprendizaje analizados como la progresión de los mismos se corresponden con los propuestos por Hadenfeldt y Neuman (2014) y Benarroch (2000, 2001) para los alumnos oyentes y parece evidente, a tenor de los resultados expuestos, que esta

progresión se facilita a través del discurso entre iguales en el aula y a través de la instrucción con materiales que faciliten el acceso de información a las y los estudiantes Sordos.

En resumen, podemos señalar que tanto los modelos utilizados como la consistencia de sus explicaciones son semejantes a los que aparecen en la literatura con alumnos oyentes, pero en niveles de menos sofisticación, atribuibles, en parte, a las dificultades lecto-escritora y al déficit de experiencias.

Respecto a la progresión en los niveles de aprendizaje, parece similar a la de los alumnos oyentes, pero tiende a desviarse significativamente en Secundaria, en concordancia con los resultados de las investigaciones de Roald y Mikalsen (2000) en Suecia.

9.3.5. Algunas reflexiones

Por otra parte, creemos necesario señalar que, en los comentarios de muchos alumnos sobre su actitud hacia las ciencias, se observan problemas epistemológicos, la ciencia tiene poco que ofrecerles como instrumento que permite explicar los fenómenos cotidianos, y, además, en algunos casos, se observa un cierto rechazo y desconocimiento hacia las disciplinas científicas. Cuando se les preguntó a los alumnos del estudio piloto, sobre la palabra "átomo", señalan que eso pertenece a la física o a la química, no entra en juego en sus razonamientos. De la misma forma, cuando se les pide que respondan a algunas preguntas como si fuesen un científico o científica, aluden a respuesta como "él es un profesional". De estas respuestas inducimos que el razonamiento científico no les parece necesario para explicar los fenómenos de la vida cotidiana. Como en el trabajo de Molander et al. (2001) con estudiantes Sordos, parece que la ciencia que han estudiado no se ha infiltrado en sus razonamientos sobre el mundo real, de modo que lo que han aprendido no sirve de puente entre el razonamiento científico y el razonamiento cotidiano. Pensamos, al igual que estos autores, que el hecho de que los jóvenes Sordos no puedan acceder en las mismas condiciones que los oyentes a una exposición informal a las ciencias puede afectar en las actitudes de rechazo y hacer sentir como poco atractiva la ciencia que se presenta en la escuela. Pocos de los documentales, programas de ciencias, películas de ciencia ficción de las cadenas de televisión y de los cines están subtitulados o, en muchos casos, la subtitulación no tiene en cuenta las capacidades lectoras de las Personas Sordas, con lo que el único contacto con las ciencias se desarrolla en el contexto escolar,

acentuando, todavía más que en el caso de los estudiantes oyentes, la frontera entre el dominio escolar y el cotidiano. Si esta frontera es demasiado grande no se genera la tensión necesaria para tratar de buscar respuestas a lo cotidiano, con lo que los alumnos probablemente recurrirán a aprender de memoria las teorías, modelos y conceptos de ciencias de la escuela, o, en el peor de los casos, a rechazar la ciencia.

Si el acceso a la ciencia para estos estudiantes se limita casi exclusivamente al contexto escolar, para poder responder a sus necesidades, desde la escuela se deberían introducir metodologías activas a través de fenómenos cotidianos que les hagan percibir la importancia del razonamiento científico para explicar la realidad que les rodea.

9.4. Conocer los patrones de interacción utilizados por los alumnos Sordos cuando explican la transformación de la materia y su relación con el ambiente de aprendizaje derivado de las distintas modalidades de escolarización

Con el fin de conocer de las características de los patrones de interacción utilizados por los alumnos Sordos en el discurso de aula nos planteamos las preguntas 7 y 8 de esta Tesis.

Pregunta 7: ¿Qué tipo de patrones de interacción utiliza el alumnado Sordo para explicar fenómenos relacionados con la transformación de la materia?

Pregunta 8: ¿Qué tipo de ambiente de aprendizaje, derivado de las distintas modalidades educativas, favorece el uso de estrategias de razonamiento en los estudiantes Sordos?

En primer lugar, nos gustaría destacar que el hecho de poder convertir en discurso las ideas medio formadas, de signar juntos, pudo originar la transición de una a otra estructura como ocurre en las conversaciones de estudiantes oyentes (Reid y Hodson, 1993). Así, hemos observado que en el centro piloto (EC1) donde había seis alumnos Sordos en agrupamiento escolar, las discusiones entre iguales eran más ricas en contenido y la extensión y profundidad de los diálogos era mayor que en las aulas de inclusión educativa sin agrupamiento de alumnos.

En el grupo de Primaria (EC2), en Escolarización Combinada, también se produjeron algunos momentos intensos de interacción entre iguales, sin embargo, en la ESO las intervenciones de los alumnos Sordos fueron muy limitadas y no espontáneas.

Estos resultados parecen sugerir que el agrupamiento escolar de los y las estudiantes Sordos puede ser beneficioso para estimular la argumentación en el aula de Ciencias con estudiantes Sordos, así como la necesidad de integrar la LSE en las aulas.

Creemos que la lengua de signos es fundamental en el aula integradora con estudiantes sordos como instrumento de mediación semiótica y numerosas investigaciones sostienen que la utilización de la lengua de signos, además de mejorar la comunicación en el aula (Caín, 1981; Lang y Albertini, 2001), favorece los procesos de lectoescritura y de comprensión de conceptos.

Para responder a la pregunta 7 de esta investigación, tratamos de caracterizar los patrones de interacción de la construcción del conocimiento interpersonal en las clases de ciencias, donde la tarea propuesta era construir modelos mentales de la naturaleza de la materia y crear un contexto de construcción social del conocimiento.

La entrevista en grupo fue mucho más fructífera que el cuestionario para aproximarnos al tipo de modelos que utilizaban en sus explicaciones. Al principio, en el centro piloto los estudiantes no elaboraban, evaluaban o mostraban acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones de sus compañeros y la mayoría de sus intervenciones se dirigían a comprender la tarea. Si en un principio consideraban que no había nada que explicar o daban explicaciones tautológicas (si tapamos la vela ardiendo con un vaso, se apaga porque la tapamos con un vaso), en las discusiones en grupo, pasan a utilizar otras ideas más sofisticadas, aunque, desde luego, alejadas del modelo de reacción química.

Los patrones de interacción mayoritarios en estas primeras transcripciones son el consensual (muestran su acuerdo con lo que dice un compañero) y el de respuesta (responden a una pregunta), pero a medida que se va creando un ambiente de confianza, comienzan a elaborar patrones “cercanos” a los elaborativos, donde todos los signantes contribuyen activamente en la conversación. También aparecen momentos de evaluación y de elaboración de las respuestas.

En las aulas inclusivas con dos alumnos Sordos en Primaria se produjeron patrones de interacción de respuesta, consensual y elaborativos, y en el caso de Secundaria el número de intervenciones fue mucho menor, aun cuando la entrevistadora animaba a la intervención. En ambos casos, el hecho de contar con otro compañero Sordo en el grupo contribuyó a la

participación de los alumnos. Así cuando una de los dos alumnos de Secundaria se ausentó en una de las sesiones, su compañero Sordo no participó en el debate, aun cuando su pérdida auditiva le permitía hacerlo y solo contestó con monosílabos a las preguntas de la investigadora o se mostraba de acuerdo con lo que sus compañeros de grupo decían.

Los resultados sobre el grado de intervención en las aulas inclusivas de Primaria y ESO coinciden con las conclusiones del estudio realizado por Silvestre (1991) con un grupo de adolescentes en régimen de inclusión escolar. El autor encontró que los alumnos sordos en aula inclusiva reciben menos estímulos para relacionar conceptos, para expresarse de forma abierta y para interpretar ironías, y que se sienten discriminados y con bajos niveles de autoestima en el aula con compañeros oyentes respecto a los centros donde se encuentran varios alumnos Sordos en agrupamiento escolar o escolarización combinada

Otro aspecto relevante que ha surgido de este estudio se refiere a la comunicación profesor-alumno. Parece que, para un docente sin experiencia con alumnos Sordos, puede resultar difícil evaluar una prueba escrita o comunicarse fluidamente con un estudiante Sordo en el aula tal y como hace con sus alumnos oyentes, sin disponer de una lengua común o de la presencia de un intérprete o un profesor de apoyo. Por otra parte, el hecho de «signar» juntos y poder convertir en discurso las ideas medio formadas, pudo originar la progresión de un modelo a otro como ocurre en las conversaciones de estudiantes oyentes (Reid y Hodson, 1993).

Numerosas investigaciones (Caín, 1981; Lang y Albertini, 2001) sostienen que el uso de la lengua de signos en el aula de ciencias, mejora la comunicación y favorece los procesos de lectoescritura y de comprensión de conceptos. Desde nuestro punto de vista, la lengua de signos es fundamental en el aula inclusiva con estudiantes Sordos como instrumento de mediación semiótica.

Destacamos también que la incomprensión de algunos signos científicos que no están estandarizados o para aquellos que no había un signo como, por ejemplo, "vaso de precipitados" generó interrupciones en el flujo de las conversaciones. Según Caccamise (1989) y Rasmus y Allen (1988) un alumno puede encontrar distintos signos para un mismo término científico en distintos ámbitos a lo largo de su escolarización en función del signo que se haya pactado entre alumnos Sordos y profesores o intérpretes. En el estudio de caso en el centro piloto en diversas ocasiones la intérprete tuvo que parar la conversación para unificar signos de los estudiantes

cando se referían a un mismo concepto con distinto signo y lo mismo ocurrió en las aulas de Primaria.

También nos parece interesante profundizar sobre en qué medida puede influenciar la fuerte conexión entre la forma del signo y el concepto que significa (iconicidad) de algunos signos científicos en el aprendizaje. Por ejemplo, Roald y Mikalsen (2001) encuentran una influencia positiva de la lengua de signos en las concepciones de los estudiantes sobre el sistema Tierra-Sol-Luna, y nosotras encontramos que el hecho de emplear un mismo signo para "vapor" que para "gas" puede dificultar la comprensión de ciertos fenómenos.

A la vista de estos resultados, que responden a las preguntas 7 y 8 de esta Tesis, creemos que es necesario plantear cuestiones importantes que favorezcan el desarrollo de patrones elaborativos en el desarrollo del discurso en el aula y, consecuentemente, beneficien a la educación científica y general de los estudiantes Sordos como pueden ser el agrupamiento escolar, la Escolarización combinada (si se combina con agrupamiento escolar) o, desde nuestro punto de vista la opción más adecuada, las modalidades de escolarización bilingües.

Por último, parece necesario que se realicen estudios de aula para conocer qué ocurre con estos estudiantes y cómo interactúan con sus compañeros, el profesor y los objetos de aprendizaje para extraer conclusiones que aporten más datos sobre las estrategias más efectivas a incorporar en la educación científica del alumnado Sordo.

9.5. Conocer las prioridades de los alumnos Sordos y sus profesores a la hora de diseñar materiales multimedia para el aula de ciencias

Según distintos autores (Marshack et al. 2000; Mechling, 2015; Kozma y Russel, 1997), el desarrollo tecnológico de los últimos años ha contribuido a mejorar la educación científica de los alumnos Sordos al permitir integrar elementos visuales de apoyo que posibilitan reducir los textos y apoyar el proceso de comprensión de significados. La potencialidad de estas herramientas es todavía mayor cuando se le añade la posibilidad de que los alumnos tomen un papel activo en su aprendizaje.

Con este objetivo nos propusimos diseñar, elaborar e implementar en las aulas inclusivas de ciencias un material multimedia interactivo que pudiese ser de utilidad para los alumnos

Sordos y resultase útil para el profesor como material de apoyo para atender a la diversidad del aula.

Su implementación, nos permitió dar respuesta a las preguntas 9 y 10 de esta investigación.

Pregunta 9: ¿Cuál es la percepción del alumnado Sordo sobre la utilidad de los materiales de hipervídeo desarrollados para esta investigación y cuáles son sus preferencias a la hora de utilizar dichos materiales?

Pregunta 10: ¿Se trata de un material útil para el profesor en el aula de ciencias inclusiva?

La percepción de los alumnos Sordos sobre los materiales fue muy positiva, y destacan su utilidad como material complementario a las explicaciones de la profesora.

Los alumnos podían elegir diferentes formatos de visualización de los recursos multimedia, bien dejando a la profesora en el plano central de la pantalla y a la intérprete en menor tamaño en el lateral inferior derecho, bien al contrario, o la intérprete sola. Todos los alumnos Sordos participantes en la experiencia (EC2 y EC3), menos dos, eligieron la opción de pantalla en la que la profesora/investigadora se situaba en el plano central de la pantalla y la intérprete en pequeño en el lateral inferior derecho.

Otros aspectos muy bien valorados fueron la inserción optativa de subtítulos, la opción de glosario de términos y la inserción de animaciones y simulaciones. Sin embargo, parece que la opción de ralentizar la velocidad de prosodia no es útil para los alumnos hipoacúsicos.

La percepción del profesorado también fue muy positiva, tanto en la evaluación de los contenidos como para utilizarlo como material de apoyo. Una de las profesoras comentó que también puede ser muy útil para aquellos casos en que no se dispone de intérprete en el aula o cuando éste se ausenta. Como sugerencias plantearon la introducción de un juego didáctico en el nivel de Primaria y la integración de aplicaciones de test o quiz que permitan generar informes de uso y respuestas al profesor, una opción disponible en la herramienta.

También valoraron positivamente la inserción de subtítulos y la posibilidad de ver los tiempos de reproducción en los vídeos ya que utilizan habitualmente vídeos en las aulas con alumnado Sordo y esta opción les facilitaría la labor de rebobinado.

Otro aspecto valorado fue la facilidad de navegación y la facilidad de creación de estos materiales.

Consideramos que a la vista de estos resultados la elaboración de materiales de este tipo puede ser útil para atender a las necesidades individuales de los alumnos en el aula inclusiva y para el colectivo Sordo en particular.

9.6. Limitaciones de este estudio

Como en todas las investigaciones que se basan en estudios de caso, el análisis de los datos, por su carácter interpretativo, está abierto a otras interpretaciones posibles. Para minimizar la posibilidad de interpretaciones erróneas, sobre todo en un estudio exploratorio como el que hemos llevado a cabo, hemos confrontado nuestras interpretaciones con expertos en la educación de los estudiantes Sordos y la investigadora ha contrastado los análisis de los resultados con la directora de esta Tesis.

Dado que la población Sorda escolarizada es pequeña, el número de participantes en las experiencias es menor que en otros estudios de caso, lo que limita el estudio. Aun así, hemos intentado recoger una nuestra que abarcase las distintas modalidades de educación y distintos niveles de sordera para que fuese más representativa.

Por otra parte, debido a la ley de protección de datos, no hemos podido enviar el Cuestionario General a Profesores a todos los centros con alumnado Sordo en inclusión educativa.

Otra limitación es que, al no tener evidencia de ninguna investigación en España sobre la enseñanza/aprendizaje de las ciencias en Primaria, ESO y FP, la mayor parte de la literatura revisada se refiere a otros contextos educativos. De todas formas, el hecho de que distintas investigaciones en contextos diferentes proporcionen resultados similares, creemos que aumenta la validez de la investigación.

Por último, al tratarse de un estudio de casos, los resultados no se pueden generalizar, circunscribiéndose al contexto de la investigación. Se necesitan investigaciones de mayor alcance para poder hacer generalizar las conclusiones. Aun así, consideramos que la

contribución más valiosa de los estudios de caso, como los que se han llevado a cabo en esta investigación, es que aportan muchas ideas para hacer frente al reto de promover un modelo de enseñanza que ayude a las alumnas y alumnos a desarrollar una comprensión más coherente, flexible, sistemática y principalmente crítica de la ciencia que les permita analizar situaciones y tomar decisiones sobre cuestiones públicas que tienen que ver con conocimientos científicos o tecnológicos (Hodson, 1992, 2003).

Este estudio en particular, pretende aportar ideas para identificar las dificultades las más importantes de las y los estudiantes Sordos en el aula de Ciencias como un primer paso para adaptar la labor académica a las características particulares de la población Sorda escolarizada, de forma que se favorezca no solo su plena participación como ciudadanos del S.XXI, sino también el fomento de las vocaciones científicas entre este colectivo de estudiantes.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Capítulo 10. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

10.1. Introducción

En este capítulo resumimos las conclusiones e implicaciones didácticas de nuestra investigación.

Esperamos que la investigación haya aportado información que contribuya a la mejora de la enseñanza de las ciencias al colectivo de estudiantes Sordos y al desarrollo de futuros estudios que consoliden el área de Didáctica de las Ciencias con estudiantes Sordos como un cuerpo de investigación en nuestro país.

Después de 30 años de inclusión educativa, todavía se contempla a los estudiantes Sordos como alumnos oyentes que no pueden oír o expresarse oralmente, sin tener en cuenta que constituyen un colectivo muy diferente al de los alumnos oyentes no solo desde la perspectiva lingüística, sino también socio-cultural.

Para equiparar las oportunidades educativas de los estudiantes Sordos con las de los oyentes se necesitan desarrollar materiales, y, sobre todo estrategias de enseñanza y entornos de aprendizaje que atiendan a sus necesidades específicas. Con esto no queremos decir que la inclusión educativa no sea beneficiosa para ellos, sino que, como indican Marshack et al. (2002), es necesario incorporar algunos cambios fundamentales en el sistema educativo para atender a sus características. Estos cambios, además, repercutirían positivamente en la atención a las necesidades individuales de los alumnos en el aula inclusiva.

1. Del análisis de las respuestas de profesores e intérpretes educativos, concluimos que la inclusión educativa de los estudiantes Sordos no garantiza el acceso a una instrucción científica en igualdad de condiciones que, para los alumnos oyentes, por

las dificultades comunicativas con las que se encuentran los profesores y la falta de especialización que señalan los docentes para atender a las características de este colectivo estudiantil.

2. Se observa una gran diferencia en recursos humanos, materiales y metodológicos entre los centros que cuentan con el apoyo de profesionales expertos en la educación de estudiantes Sordos frente a aquellos que carecen de ese apoyo.
3. Muy pocos profesores, sobre todo en Primaria, utilizan estrategias de argumentación o de indagación en el aula de ciencias, aun cuando los resultados de la investigación en Didáctica de las Ciencias con alumnos Sordos que hemos citado en el Capítulo 3, las considera imprescindibles para promover el desarrollo del lenguaje, del pensamiento crítico, de los procesos metacognitivos y de la creatividad para garantizar a los ciudadanos Sordos, por una parte, la comprensión profunda de las características del mundo que les rodea y, por otra parte, facilitarles el desarrollo de ciertas capacidades relacionadas con el "modo de hacer" de la ciencia: el pensamiento crítico y autónomo, la formulación de preguntas, la interpretación de evidencias, la construcción de modelos explicativos y la argumentación, la contrastación y el debate como herramientas para la búsqueda de consensos.
4. Los resultados indican, como en la investigación con alumnos oyentes, que la comprensión de algunos conceptos científicos relacionados con la naturaleza corpuscular de la materia de los estudiantes Sordos es superficial, incluso en los alumnos de mayor edad. Los estudiantes utilizan diferentes modelos para explicar la transformación de la materia, dependiendo del tipo de fenómeno estudiado. La mayoría de las explicaciones que elaboran los estudiantes Sordos se limitan a lo que se puede observar directamente, como señalaban las investigaciones realizadas por Driver et al. (1989). No relacionan los modelos científicos que se le han enseñado con la experiencia cotidiana. Parece que la ciencia que han estudiado no se ha infiltrado en sus razonamientos sobre el mundo real, de modo que lo que han aprendido no sirve de puente entre el razonamiento científico y el razonamiento cotidiano. Los modelos utilizados son semejantes a los que señala la investigación con alumnos oyentes, pero en niveles de menor sofisticación, que atribuimos a las dificultades comunicativas de los alumnos Sordos. Así, cuando se les pedía que

escribiesen o discutiesen en LSE sus explicaciones eran mucho más ricas en contenido.

5. Los niveles de progresión del aprendizaje sobre la materia y sus transformaciones coinciden con los de los alumnos oyentes (Liu y Lesniak, 2005), pero su evolución es diferente, encontrando que en Secundaria los niveles alcanzados son inferiores a los de los alumnos oyentes. Buena prueba de ello son los ínfimos porcentajes de estudiantes Sordos en carreras científicas en comparación con otros colectivos como los de las personas ciegas. Un dato que debería propiciar una reflexión profunda sobre la calidad de la inclusión educativa a la que accede el colectivo de estudiantes Sordos.
6. La instrucción a través de analogías, dramatizaciones y apoyos multimedia parece favorecer la evolución de los modelos de los estudiantes a través de cambios conceptuales de los niveles originales a los contiguos superiores en aquellos estudiantes que utilizan modelos de explicación cercanos a una visión microscópica de la realidad. Parece necesario formar al profesorado en el uso de estas estrategias junto con las metodologías que promuevan la incorporación de estrategias de indagación y modelización en el aula.
7. Los profesores señalan que tienen una información insuficiente para atender a las necesidades del alumnado Sordo en el aula, por lo que consideramos necesaria la formación del profesorado en metodologías específicas y en LSE para responder a las dificultades que se les presentan en el aula de ciencias con alumnado Sordo y tanto profesores como intérpretes, plantean la necesidad de espacios de reflexión conjunta entre intérpretes y educadores.
8. La especialización por áreas de conocimiento a través de cursos de formación, según muestran los resultados de las entrevistas a los intérpretes, podría facilitar la labor de interpretación en el aula de ciencias.
9. Del análisis de los resultados obtenidos en este estudio dirigidos a conocer los patrones de interacción utilizados por los alumnos Sordos en sus conversaciones sobre la materia concluimos que el hecho de utilizar un lenguaje como instrumento de mediación semiótica, de "signar juntos", favorece la evolución de los patrones discursivos desde patrones de respuesta (responden a lo que se les pregunta) y

consensuales (se muestran de acuerdo) hacia patrones elaborativos donde varios estudiantes contribuyen a desarrollar significados.

10. El número y calidad de las intervenciones de los alumnos parece estar relacionado directamente con el agrupamiento escolar. Así, en las aulas del centro piloto donde había seis alumnos Sordos o en las aulas de Escolarización Combinada, los estudiantes Sordos participaban activamente en las conversaciones con alumnos oyentes, pero no así en el centro en los que solo se encontraba un alumno Sordo en inclusión educativa.
11. De las respuestas a los cuestionarios sobre la utilidad y eficacia de materiales multimedia que se adapten a las características de los estudiantes Sordos concluimos que el hipervídeo parece una herramienta útil para elaborar materiales adaptados en el aula inclusiva.
12. El hecho de incorporar subtítulos adaptados a las dificultades lecto-escritoras de los alumnos Sordos, animaciones, simulaciones y un glosario de términos que los alumnos podían seleccionar se adapta a las características de todos los alumnos del aula inclusiva.
13. La presencia de una intérprete junto a la profesora en la pantalla no molestaba a los alumnos oyentes y garantiza el acceso a la información por parte de los estudiantes Sordos.
14. Los profesores encuentran que el desarrollo de materiales de este tipo es de gran utilidad como refuerzo como para servir de ayuda, ocasionalmente, cuando no puede asistir un intérprete.

10.2. Implicaciones didácticas

1. Es necesario adaptar nuevos modelos de enseñanza de la ciencia de tal forma que les proporcione a los estudiantes Sordos la oportunidad de participar en actividades discursivas y de argumentación.
2. A la vista de las conclusiones sobre la evolución en la progresión del aprendizaje, del incremento de la participación y de la calidad argumentativa de los patrones de interacción en aquellas aulas donde había agrupamientos de alumnos Sordos, consideramos que es necesario el agrupamiento de estudiantes Sordos en centros en

los que se les permita acceder a los contenidos del currículo en LSE y se facilite su desarrollo cognitivo y emocional entre iguales. Desde nuestro punto de vista, la oferta educativa bilingüe atendería a estas necesidades, como también mejoraría la situación actual el agrupamiento de alumnos Sordos en centros de inclusión educativa que, no siendo bilingües, les permitiesen desarrollar modalidades educativas como la Escolarización Combinada y disponer del asesoramiento de profesores, asesores Sordos y profesionales con amplia experiencia en la educación de este colectivo de estudiantes.

3. Creemos que si se eliminan las barreras lingüísticas en el aula con estos estudiantes mejorarán sus habilidades argumentativas y se podría elevar el rendimiento académico. Para ello sería necesario la introducción de la LSE en las aulas e implementar procesos de capacitación docente, relacionados con las problemáticas comunicativa y las habilidades cognitivo- lingüísticas puestas en juego en las situaciones de interacción dialógica con escolares Sordos.
4. Parece necesario normalizar el uso de neologismo científicos a través del trabajo conjunto de lingüistas, investigadores en Didáctica de las ciencias, profesores, intérpretes y Personas Sordas.
5. Por último, creemos que es importante desarrollar futuras investigaciones que contribuyan a desarrollar un campo de investigación en Didáctica de las Ciencias con alumnado Sordo que aporten información sobre la relación entre Lenguaje de Signos y argumentación en ciencias y que se realicen estudios de aula para conocer qué ocurre con estos estudiantes y cómo interactúan con sus compañeros, el profesor y los objetos de aprendizaje.

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, 36, 63-75.

Acher, A., Arca, M. y Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, *91*, 398- 418.

Adamo-Villani, N., y Wright, K. (2007). *SMILE: an immersive learning game for deaf and hearing children*. Comunicación presentada en la 34ª International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, San Diego.

Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación química,* 23 (2), 248-256.

Ahtee, M., y Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education,* 20 (3), 305-316.

Aikenhead, G.S. (1996). Science Education: Border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education,* 27, 1-52.

Aikenhead, G. S., y Olugbemiro, J. (1999). Cross-Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon. *Journal of Research in Science Teaching,* 36 (3), 269–287.

Akram, B., Mehboob, R., Ajaz, A., y Bashir, R. (2013). Scientific Concepts of Hearing and Deaf Students of Grade VIII. *Journal of Elementary Education* 23, (1), 1-12.

Alonso Baxeiras, P., et al. (2004). *Libro Blanco de la Lengua de Signos Española en el Sistema Educativo.* Madrid: CNSE, D.L.

Álvarez Lires, M., Nuño, T. y Solsona, N. (2003). *Las científicas y su historia en el aula.* Madrid: Síntesis.

Anderson, C. W. (1994). *Engagement in explanation and design in middle school science.* Comunicación presentada en el encuentro anual de American Educational Research Association, Nueva Orleáns.

Andersson, B. (1984). *Chemical Reactions.* EKNA-report núm. 12. University of Göteborg.

Andersson, B. (1986). Pupils´explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education* 70 (5), 549-563.

Andersson, B. (1990). Pupils' conception of matter and its transformation (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.

Andrews, J. F., Gentry, M. A, DeLana, M., y Cocke, D. (2006). Bilingual Students-Deaf and Hearing- Learn about Science: Using Visual Strategies, Technology and Culture. Recuperado de : http://nubr.co/CXKs0C

Andrews, J. F., Leigh, I. W., y Weiner, M. T. (2004). *Deaf People: Evolving Perspectives from Psychology, Education and Sociology*. Londres: Pearson Education Inc.

Andrews, J. F., y Mason, J. M. (1991). Strategy usage among deaf and hearing readers. *Exceptional Children* 57 (6), 536-545.

Augusto, J., Adrian, J., Alegría, J., y Martínez, R. (2002). Dificultades lectoras en niños con sordera. *Psicothema*, 14 (4), 746-753.

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.

Ballen, B. A. (2010). La argumentación en el discurso académico en Lengua de Señas Colombiana en el área de biología en educandos sordos de educacion media del Colegio San Francisco de Bogotá. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Bar, V., y Galili, I. (1994). Stages of children's views about evaporation. *International Journal of Science Education,* 16 (2), 154-157.

Bar, V., y Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching,* 28 (4), 363-382.

Baran, H. C. (2011). *Flash-based physical simulation in deaf education dynamic media vs. Static media.* Proyecto de Máster. State University of New York. Institute of Technology.

Barman, R., y Stockton, J. D (2002). An Evaluation of the SOAR-High Project: A Web-Based Science Program for Deaf Students. *American Annals of the Deaf,* 147, (3), 5-10.

Barrie, M. R., Hornck, J. H, Stifter, A. D., Whiteley, R. A., y King, C. M. (1994). Interactive video, hypermedia, and deaf students. Social studies/science applications. En J.Willis, B. Robins, y D. A. Willis.(Eds.), *Technology and Teacher Education Annual*, (pp. 597-601). Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computing in Education.

Basili, P. A., y Sanford, J. P. (1991). Conceptual change strategies and cooperative group work in chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, (4), 293–303.

Bell, P. y Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22 (8), 797 - 818.

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.

Benarroch, A. (2001). Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias,* 19 (1), 123-134.

Bergmann, J., y Sams, A. (2014). *Dale la vuelta a tu clase.* Madrid: SM

Berrutti, S. (2008). Apoyarnos en las TIC para enseñar Química a alumnos sordos. Primera experiencia de integración de alumnos sordos en Enseñanza Media. Recuperado de: http://goo.gl/HGlZJB

Bloom, J. (1992). The development of scientific knowledge in elementary school children: a context of meaning perspective. *Science Education*, 76, 399-413.

Bonvillian, J., Orlansky, M., y Novack, L. (1983). Early sign language acquisition and its relation to cognitive and motor development. En J. Kyle y B.Woll. (Ed), *Language: The Study of Deaf People and their Language* (pp. 116-125*).* Cambridge: Cambrige University Press.

Boo, H. y Watson, J. R. (2001). Progression in high school students´(aged 16-18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education,* 85 (5), 568–585.

Borron, R. (1978). Modifying science instruction to meet the needs of hearing impaired. *Journal of Research in Science Teaching, 15,* 257-262.

Borsese, A., y Esteban, S. (2001). Didáctica de la naturaleza de la materia en los diferentes niveles escolares. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 8 (30), 91-97.

Borsese, A., Lumbaca, P., y Pentimalli, R. (1996). Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 15-24.

BouJaoude, S. (1991). A study of the nature of students‘ understandings about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching,* 28 (8), 689-704.

Boyd, E. y George, K. (1973). The effect of science inquiry on the abstract categorization behavior of deaf children. *Journal of Research in the Science Teacher*, 10 (1), 91-99.

Brasel, K., y Quigley, S. (1977). Influence of certain language and communication environments in early childhood on the development of language in deaf individuals. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research,* 20, 95-107.

Brickhouse, N. (1990). Teachers' Beliefs About the Nature of Science and Their Relationship to Classroom Practice. *Journal of Teacher Education*, 41, 53-62.

Brown, A. L. (1992). Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences,* 2, 141-178.

Brown, A. L. (1997). Transforming schools into communities of thinking and learning about serious matters. *American Psychologist*, 52, 399-413.

Brown, P., y Brewer, L. (1996). Cognitive processes of deaf and hearing skilled and less skilled readers. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education,* 1, 263-270.

Brown, J. S., Collins, A., y Duguid P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher,* 18 (1), 32-42.

Buendía, L., Colás, P., y Hernández, F. (1997). *Métodos de investigación en Psicopedagogía*. Madrid: McGraw-Hill.

Caccamise, F. (1988). Artificial versus natural Sign development: A response to Rasmus & Allen. *Sign Language Studies*, 63, 127-143.

Cain, B. E. (1981). Teaching Chemistry to the Hearing- Impaired. *Journal of Research in Science Teaching*, 10 (2), 364-366.

Campanario, J. M., y Moya, A. (1999). "¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas". *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.

Campbell, R., MacSweeney, M. y Waters D. (2008). Sign language and the brain: a review. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 13 (1), 3-20.

Canabal García, C. (2007). *La atención a la diversidad socio-cultural desde la escuela inclusiva: los modelos bilingües-biculturales para estudiantes sordos y oyentes*. Comunicación presentada en el II Encuentro Iberoamericano de Educación, Araraquara .Brasil.

Cappellini, M. (2005). Establishing the balanced literacy program: Reading to, with and by children. *Balanced Reading Instruction*, 12, 1-37.

Canedo, S. P. (2009). *"Contribución al estudio del aprendizaje de las ciencias experimentales en la Educación Infantil: cambio conceptual y construcción de modelos científicos precursores".* Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Cañada, F., Melo, L., y Álvarez, R. (2013). ¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos? *Campo Abierto,* 32 (1), 11-33.

Caravita, S., y Halldén, O. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 98-111.

Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica *Pensamiento y gestión: revista de la División de Ciencias Administrativas de la Universidad del Norte*, 20, 165-193.

Carey, S. (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.

Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: enrichment or conceptual change? En S. Carey y R. Gelman, (Eds) *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition* , (pp. 257-292). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Carrascosa, J., Gil-Pérez, D., y Valdés, P. (2004). El problema de las concepciones

alternativas, hoy. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales,* 18, 41-63.

Carretero, M. y Limón, M. (1997). Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias? En M. Carretero, M. Baillo, y M. Limón (Eds.), *Construir y enseñar: las ciencias experimentales*, (pp.19-45). Buenos Aires: Aique.

Casanova Rodríguez, M. A. (2011). De la educación especial a la inclusión educativa. Estado de la cuestión y retos pendientes. *CEE Participación Educativa,* 18, 8-24.

Chambel, T., Zahn, C., y Finke, M. (2006). Hypervideo and Cognition: Designing Video-Based Hypermedia for Individual Learning and Collaborative Knowledge Building. En E. Alkalifa, (Ed.), *Cognitively Informed Systems: Utilizing Practical Approaches to Enrich Information Presentation and Transfer*, (pp. 26-49). Pensylvania: IGI Publishing, IDEA Group Inc

Chin, C., y Osborne, J. (2010). Supporting Argumentation through Students' Questions: Case Studies in Science Classrooms. *Journal of the Learning Sciences,* 19 (2), 230-284

Christodoulou, A., y Osborne, J. (2014). The science classroom as a site of epistemic talk: A case study of a teacher's attempts to teach science based on argument. *Journal of Research in Science Teaching,* 51 (10), 1275-1300.

Cifuentes, L., y Hsieh, Y.C. (2004). Visualization for Middle School Students' Engagement in Science Learning. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 23* (2), 109-137.

Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education,* 22 (9), 1041-1053.

Cochran, K., y Jones, L. (1998). The subject matter knowledge of preservice science teachers. En B. J. Fraser y K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 707–718). Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers.

Cohen, L. y Manion, I. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: LaMuralla.

Confederación Nacional de Sordos de España. (CNSE) (2002). *Guía de educación bilingüe para niños y niñas Sordos.* Madrid: Fundación CNSE para la Supresión de las Barreras de Comunicación.

Conrad, R. (1984). *The deaf schoolchild.* Londres: Harper Row.

Conrado, V. (2001). *Deficiencia auditiva. La atención a la diversidad en el sistema educativo.* Comunicación presentada en el III Congreso "La Atención a la Diversidad en el Sistema Educativo". Universidad de Salamanca. Instituto Universitario de Integración en la Comunidad (INICO). Salamanca.

Consejo Escolar del Estado. (2013). Informes sobre el Estado y situación del sistema educativo, Estadística de las Enseñanzas no universitarias. Curso 2012-2013. Madrid: Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Subdirección general de documentación y publicaciones.

Corson, H. J. (1973). *Comparing deaf children of oral parents and deaf parents use manual communication with deaf children of hearing parents on academic, social, and communication functioning.* Tesis Doctoral. University of Cincinnati.

Davis, C., Francis, P., y Harlan, D. (2000). Providing Real-Time Captioning, C-Print Speech to Print Transcription, Assistive Listening Devices and Other Technologies: Questions and Answers. PEPNet Resource Center, National Center on Deafness, California State University. Recuperado de: http://goo.gl/y1nelX

Daza et al. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC . *Educación Química,* 20 (3), 320-329.

Decreto 130/2007, do 28 de xuño polo que se establece o curriculo da Educación Primaria na Comunidade Autónoma de Galicia. (DOGA 132, do 9/7/2007).

Decreto 133/2007, do 5 de xullo, polo que se regulan as ensinanzas da Educación Secundaria Obligatoria na Comunidade Autónoma de Galicia. (DOGA 136, do 13/7/2007).

Decreto 126/2008, do 19 de xuño, polo que se establece a ordenación e o curriculo de Bacharelato na Comunidade Autónoma de Galicia. (DOGA 124, do 23/6/ 2008).

Decreto 229/2011, do 7 de decembro, polo que se regula a atención á diversidade do alumnado dos centros docentes da Comunidade Autónoma de Galicia nos que se imparten as ensinanzas establecidas na Lei orgánica 2/2006, do 3 de maio, de educación. (DOGA 242, do 21-12-2011).

Denzin, N. K., y Lincoln, Y. S. (1994). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks. California: Sage Publications India Pvt. Ltd.

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 doctoramiento inédita). Universidad de A Coruña.

Díaz-Estébanez, E. y Valmaseda, M. (1995). En el camino hacia una educación de calidad para los alumnos y alumnas sordos. *Infancia y Aprendizaje,* 69-70, 45-61.

Diebold, T. J., y Waldron, M. B. (1988). Designing Instructional Formats: The Effects of Verbal and Pictorial Components on Hearing Impaired Students' Comprehension of Science Concepts. *American Annals of the Deaf,* 133 (1), 30-35.

Di Sessa, A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction,* 10, 105- 226.

Domínguez, A. B., y Alonso, P. (2004). *La educación de los alumnos sordos hoy. Perspectivas y respuestas educativas.* Málaga: Aljibe.

Dominguez, M. B. (2007). Educación para la inclusión de alumnos sordos. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 3 (1), 95-111.

Domínguez Castiñeiras, J. M. (2000). *Evolución de las formas de hacer y de pensar sobre un sistema material, en el marco de la termodinámica y del modelo de partículas. Estudio mediante esquemas de acción y de razonamiento.* Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Domínguez Castiñeiras, J. M. (2007). "Calor y Temperatura". En Domínguez Castiñeiras, J. M. (Ed). *Actividades para la Enseñanza en el Aula de Ciencias. Fundamentos y Planificación,* (pp. 119-130). Santa Fe. Argentina: Ediciones Universidad Nacional del Litoral.

Domínguez Gutiérrez, A. B. (2005). La lengua escrita en los alumnos sordos. En V. M. Acosta (Coord), *La sordera desde la diversidad cultural y lingüística: construyendo centros inclusivos en la educación del alumnado con sordera,* (pp 125-140). Barcelona: Masson.

Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education,* 11, 481-489.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., y Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Research,* 23, 5-12.

Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien, A. (1996). *Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia*. Madrid: Morata.

Driver, R., Leach, J., Millar, R., y Scott, P. (1996). *Young people's images of science.* Buckingham, Reino Unido: Open University Press.

Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.

Driver, R., Leach, J., Scott, P., y Wood-Robinson, C. (1994) .Young people's understanding of science concepts: implications of cross-age studies for curriculum plan- ning. *Studies in Science Education*, 24, 75-100.

Duit, R. (2004). Bibliography: Students' and teachers' conceptions and science education (STCSE), INP Kiel.

Duschl, R., y Erduran, S. (1996). Modelling the growth of scientific knowledge. En G. Weldorf; J. Osborne y P. Scott. *Research in science education in Europe*. Londres: Farmer Press.

Duschl, R. A., y Gitomer, D. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: Implications for classroom practice. Journal of Research in Science Teaching, 28, 839- 858.

Duschl, R. A., y Gitomer, D. H. (1996). Project Sepia Design Principles. En Annual Meeting of AERA, Nueva York,

Duschl, R. A., y Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.

Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., y Shouse, A. W., (Eds.), Committee on Science Learning Kindergarten Through Eighth Grade, Board on Science Education, et al. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington D.C: National Academies Press.

Dyson, A., y Milkward, A. (2000). *Schools and special needs. Issues of innovation and inclusion.* Londres: Paul Champan.

Easterbrooks, S. R., Stephenson, B., y Mertens, D. (2006). Master teachers' responses to twenty literacy and science/mathematics practices in deaf education. *American Annals of the Deaf,* 151 (4), 398-409.

Easterbrooks, S. R., Scheetz, N. y Nanci A. (2004). Applying Critical Thinking Skills to Character Education and Values Clarification With Students Who Are Deaf or Hard of Hearing. *American Annals of the Deaf*, 149 (3), 255-263.

Easterbrooks, S. R., y Huston, S.G. (2001). *Examining reading comprehension and fluency in students who are deaf/bard of bearing.* Comunicación presentada en la Convention of the International Council for Exceptional Children, Kansas City.

Eskilsson, O., y Helldén,G. (2003). A longitudinal study on 10-12-year-olds conceptions of the transformations of matter. *Chemistry Education: Research and Practice,* 4 (3), 291-304.

European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, DESI 2015 ,Digital Economy and Society Index, Methodological note.

Egelston, J. C. y Mercaldo, D. (1975). Science Education for the handicapped: implementation for the hearing-impaired. *Science Education*, 59 (2), 257-261.

Elboj, C., Puigdellívol, I., Soler, G. M., y Vall, R. (2006). *Comunidades de Aprendizaje: Transformar la educación*. Barcelona: Graó.

Elefant, E.F. (1980). Deaf children in an inquiry training program. *The Volta Review, 82,* 271-279.

Erduran, S., y Jiménez-Aleixandre, M-P. (2008). Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research. Dordrecht,Holanda: Springer.

Fensham, P. J., Gunstone, R. F y White, R. T. (1994). *The Content of Science. A Constructivist Approach to its Teaching and Learning.* Londres: The Palmer Press.

Fernández Santamara, R. (2011). El camino hacia la integración *CEE Participación Educativa*, 18, 79-90.

Fernández Viader M. P. y Pertusa, E. (1995). *La escritura en los adolescentes sordos.* Comunicación presentada en el I Encuentro Internacional sobre Adquisición de las Lenguas del Estado. Santiago de Compostela.

Fernández Viader, M. P. (2005). Sordera. Concepto y clasificaciones. En M.P. Fernández Viader y E. Pertusa (Coord), *El valor de la mirada: sordera y educación,* (pp. 103-122) Barcelona: Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona.

Fernández Viader, M. P., y Pertusa, E. (1996). Reflexiones sobre la escritura y la alfabetización de los niños sordos. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología,* 16 (2), 79-85.

Ferreiro, E. (Coord) (2003). *Guía de accesibilidad para personas sordas en las industrias culturales*. Fundación CNSE para la Supresión de las Barreras de Comunicación.

Ferrández Mora, J. A., y Villalba Pérez, A. (1996). *Atención Educativa de los alumnos con NEE derivada de una deficiencia auditiva.* Valencia: Consellería de Cultura, Educación y Ciencia. Generalitat Valenciana.

Fensham, P. J., Gunstone, R. F., y White, R. T. (1994). *The Content of Science. A constructivist Approach to its Teaching and Learning*. Londres: The Palmer Press.

Finney, E. M., Fine, I., y Dobkins, K. (2001). Visual stimuli activate auditory cortex in the deaf. *Nature Neuroscience,* 4, 1171–1173.

Finney E. M., Clementz, B. A., Hickok, G., y Dobkins K. R. (2003). Visual stimuli activate auditory cortex in deaf subjects: evidence from MEG. *Neuroreport,* 14, 1425-1427.

Fishman, J. A. (1980). Bilingualism and biculturism as individual and as societal phenomena. *Journal of Multilingual and Multicultural Development*, 1 (1), 3-15.

Fishman, J. A. (1989). *Language and Ethnicity in Minority Sociolingusitic Perspective.* Clevedon, Inglaterra*:* Multilingual Matters, Ltd.

Freeman, Y., y Freeman, D. (1988). *ESL/EFL Teaching: Principles for Success.* Portsmouth, New Hamsphire*:* Heinemann.

Freel, B. L., Clark, M. L, Anderson, G., Gilbert, M., Musyoka, M., y Hauser, P. C. (2011). Deaf Individuals' Bilingual Abilities: American Sign Language Proficiency, Reading Skills, and Family Characteristics. *Psychology* 2 (1), 18–23.

Fridman M. B. (2000). La realidad bicultural de sordos e hispanohablantes. Recuperado de: http://goo.gl/7VRtRf

Furió, C., Aacona, R., y Guisasola, J. (2006). Enseñanza de los conceptos de «cantidad de sustancia» y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias,* 24 (1), 43-58.

Furth, H. G. (1964). Research with the deaf: Implications for language and cognition *Psychological Bulletin*, 62(3), 145-164.

Furth, H. G. (1966). *Pensamiento sin lenguaje implicaciones sociológicas de la sordera.* Madrid: Marova.

Gabel, D. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. En Fraser, B. J., y Tobin, K. G. (Eds.). *International Handbook of Science Education,* (pp. 233-248). Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers.

Gabel, D., Samuel, K. y Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64 (8), 695-697.

Gabel, D. L., Monaghan, D. L., MaKinster, J. G. e Stockton, J. D. (2001). Changing children's conceptions of burning. *School Science and Mathematics*, 101 (8), 439-451.

Galán, P., y Martín del Pozo, R. (2012). Los criterios básicos de clasificación de la materia: concepciones y niveles de competencia en alumnos y futuros maestros de primaria. *Revista Complutense de Educación*, 23 (2), 347-373.

Galagovsky, L., y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico *Enseñanza de las ciencias*, 19 (2), 231-242.

Galcerán, F. (1998). Bilingüismo y biculturalismo en la educación del niño sordo. Concepto, bases que lo sustentan y tendencias actuales. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología,* 17 (2), 75-84.

García Barros, S., Martínez Losada, C. y Súarez Debén, M. (2007). Explorando las disoluciones: entre la teoría y la práctica. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 65-72.

García, M. C., y Gutiérrez, R. (2012). Uso de la lengua de Signos española en la educación del alumno sordo. *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento,* 12 (2), 231-258. Recuperado de: http://goo.gl/GhOzEj

García, L., Ruiz, M., y Domínguez, D. (2007). *De la Educación a Distancia a la Educación Virtual.* Barcelona: Ariel.

García Barros, S., y Martínez Losada, C. (2001). Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias,* 19 (3), 433-452.

García Barros, S., Martínez Losada, C, y Suárez Debén, M. (2007). Explorando las disoluciones. Entre la teoría y la práctica*. Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales,* 52, 65-72.

García de Cajén, S., Domínguez Castiñeiras, J. M., y García- Rodeja, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo Oficial. *Enseñanza de las Ciencias,* 20 (2), 219-227.

García Franco, A., y Taber, K. S. (2009). Secondary students' thinking about familiar phenomena: learners' explanations from a curriculum context where 'particles' is a key idea for organising teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 31 (14), 1917-1952.

García-Rodeja, E., Lorenzo, F.M., Domínguez J.M., y Díaz de Bustamante, J. (1987). *Proyecto AcAb. Una visión de la Enseñanza Integrada de la Química por medio de Actividades Abiertas Santiago de Compostela.* Santiago de Compostela: Servicio de Publicacións da Universidade de Santiago de Compostela.

García-Rodeja, I. (1994). Distintas interpretaciones de una experiencia con una vela *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales,* I (1), 143-144.

García-Rodeja, I., y Lima, G. (2011). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias,* 30 (3), 195-218.

Gardner, H. (2011). *Inteligencias múltiples: la teoría en la practica*. Barcelona: Paidós Ibérica.

Gascón-Ramos, M. (2006). Tendencias en la formación del profesorado: reflexiones para la educación bilingüe-bicultural. En V. Acosta (Dir.). *La sordera desde la diversidad lingüística y cultural. Construyendo escuelas inclusivas en la educación de las personas sordas*, (pp. 45-61) Barcelona: Masson.

Gil-Pérez, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, 17-32.

Gilbert, J. K., y Boulter, C. J. (Eds.) (2000). *Developing models in science education.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Golos, D. B., y Moses, A. M. (2011). How Teacher Mediation during Video Viewing Facilitates Literacy Behaviors .*Sign Language Studies,*12 (1), 98-118.

Golos, D. B., y Moses, A. M. (2013a). Developing preschool deaf children's language and literacy learning from an educational media series. *American Annals of the Deaf*, 158 (4), 411-425.

Golos, D. B., y Moses, A. M. (2011). Representations of Deaf Characters in Children's Picture Books. *American Annals of the Deaf*, 156 (3), 270-82.

Gómez Crespo M. A., Pozo, J. I., y Gutiérrez Julián, 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.

González Abelaira, C. (2015). Planificación lingüística de la lengua de signos en el ámbito educativo gallego: perspectivas histórica y émica. *BilinsigNews, Newsletter de la Asociación Bilinsig*, 1 (3), 3-4.

González Abelaira, C. (2015). *El intérprete de lengua de signos en el ámbito educativo gallego. Situación actual*. Comunicación presentada en Worshop Bilingüismo lengua de signos/lengua oral: retos y perspectivas. Asociación Española para el Estudio y la implementación educativa del bilingüismo lengua de signos/ lengua oral. A Coruña.

Graham, S. C. (2012). *Deaf Education Preservice Teachers' Perceptions of Scientific Inquiry and Teaching Science to Deaf and Hard of Hearing Students.* Tesis doctoral. University of Tennessee.

Greca, I. y Moreira, M.A. (2002). Além da detecção de modelos mentais dos estudantes.Unha proposta representacional integradora. *Investigações em Ensino de Ciências* 7 (1), 31-53 .

Grinell, R. (1997). *Social work research & evaluation: Quantitative and qualitative approaches.* (5.ed.) Illinois: E.E. Peacock Publishers,

Grooms, C. (2015). *Interpreter Competencies in Science, Technology, Engineering, and Mathematics as Identified by Deaf Professionals.* Trabajo de Máster. Western Oregon University.

Guo, P. J., Kim, J., y Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. En *Proceedings of the first ACM Conference on Learning@Scale Conference*, (pp. 41-50). ACM.

Hadenfeldt J. C., y Neumann, K. (2014). *Understanding Matter A Review of Research on Students' Conceptions of Matter.* Comunicación presentada en NARST 2014, Pittsburgh. Recuperado de: http://goo.gl/G42wdc

Hagevik, R., Woolsey, M.L., y Graham, S. (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. Nueva Orleáns.

Haidar, A. H., y Abraham, M. R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of conceptsbased on the particulate nature of matter. *National Association for Research in Science Teaching*, 2/1 (10), 919-938.

Haland, B. (2010). Student teacher conceptions of matter and substances – evaporation and dew formation. *Nordic Studies in Science Education,* 6 (2), 109-124.

Hammer, D. (1996). Misconceptions or p-prims: How many alternative perspectives of cognitive structure influence instructional perceptions and intentions? Journal of the Learning Sciences, 5, 97-128.

Harrison, A. y Treagust, D. F. (2002). The particulate nature of matter: Challenges in under- standing the submicroscopic world. En: J., Gilbert, O. de Jong, D.F. Treagust, y van Driel (Ed): *Chemical education: towards research-based practice.* (189-212). Dortrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers.

Hastings, R. P., Hewes, A., Lock, S., y Witting, A. (1996). Do special educational needs courses have any impact on student teachers' perceptions of children with severe learning difficulties?. *British Journal of Special Education*, 23 (3), 139-144.

Hastings, R. P. y Oakford, S. (2003). Student teachers' attitudes towards the inclusion of children with special needs. *Educational Psychology*, 23 (1), 87-94.

Hagevik, R., Aydeniz, M., y Rowell, C. G. (2012). Using action research in middle level teacher education to evaluate and deepen reflective practice. *Teaching and Teacher Education,* 28 (5), 675–684.

Heeyoung H. (2013). Do Nonverbal Emotional Cues Matter? Effects of Video Casting in Synchronous Virtual Classrooms. *American Journal of Distance Education*, 27 (4), 253-264.

Helldén, G. (1995). Environmental Education and Pupils' Conception of Matter *Environmental Education Research,* 1 (3), 267-277.

Herrera, V. (2010). Estudio de la población sorda en Chile: Evolución histórica y perspectivas lingüísticas, educativas y sociales. *Revista Latinoamericana de Inclusión Educativa,* 4 (1), 211-226.

Herron, M. D. (1971). The nature of scientific inquiry. *School Review,* 79, 171-212.

Hesse III, J. J. y Anderson, C. W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Jour- nal of Research in Science Teaching,* 29 (3), 277- 299.

Hilario, J. (2015). The Use of Predict-Observe-Explain-Explore (POEE) as a New Teaching Strategy in General Chemistry-Laboratory. *International Journal of Education and Research,* 3 (2), 37-48

Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action. *Science Education,* 83, 775-796.

Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. International *Journal of Science Education,* 25 (6), 645-670.

Hoffmann, R., y Laszlo, R. (1991). Representation in chemist. *Angewandte Chemie International*, 30 (1), 1–16.

Hogan, K., Nastai, B. K. y Pressley, M. (2000). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction,* 17 (4), 379-429..

Instituto Nacional de Estadística (INE). (1999). *Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud, 1999.* Madrid: Subdirección General de Estadísticas Sociales Sectoriales.

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2008). *Encuesta sobre Discapacidades, Autonomía personal y situaciones de dependencia, 2008.* Madrid: Subdirección General de Estadísticas Sociales Sectoriales.

Izquierdo, M. y Adúriz Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de química. Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, *Número Extra,* (pp. 1-4).

Jagodziński, P. y Wolski, R. (2012). Assessing the Educational Effectiveness of Films of Chemical Experiments for Educating Deaf–Mute Junior High and High School Students. *Journal of Chemical Education,* 89, 1122-1127.

Jeanes, R. C., Nienhuys, T. y Rickards, F. (2000). The pragmatic skills of profoundly deaf children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5 (3), 237–247.

JiménezAleixandre, M-P., Mortimer, E. F., Silva, A.C.T., y Diaz de Bustamente, J. (2008). *Epistemic Practices: an Analytical Framework for Science Classrooms.* Comunicación presentada en el Annual Meeting of the American Educational Research Association. NuevaYork.

Jiménez Aleixandre, M-P. (1998). Diseño Curricular: Indagación y Razonamiento con el Lenguaje de las Ciencias. *Enseñanza de la Ciencias*, 16 (2), 203-216.

Jiménez Aleixandre, M-P. (2010). *Diez ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas.* Barcelona: Graó.

Jiménez Aleixandre, M-P., y Díaz de Bustamante, J.(2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias,* 21 (3), 359–370.

Jiménez Aleixandre, M-P., y Pereiro Muñoz, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental mnagement. *International Journal of Science Education,* 24, 1171-1190.

Jiménez Aleixandre, M-P., y Puig Mauriz, B. (2010). Argumentación y evaluación de explicciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales,* 63, 11-18.

Jiménez Aleixandre, M-P., y Puig Mauriz, B. (2013). El papel de la argumentación en la clase de ciencias. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, 75,* 85-90.

Johnson, P. (1997a). *Understanding chemical change: What does it take?* Comunicación presentada en la conferencia anual de la Association for Science Education, Birmingham, Gran Bretaña.

Johnson, P. (1997b). *Why combustion is one of the last things we should expect children to understand.* Comunicación presentada en 4th European Conference on Research in Chemistry Education (ECRICE), York, Gran Bretaña.

Johnson, P. (1998). Progression in children's understanding of 'basic' particle theory: A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 20 (4), 393–412.

Johnson, P. (1998a). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 1: Boiling water and the particle theory. *International Journal of Science Education,* 20, 567-583.

Johnson, P. (1998b). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 2: Evaporation and condensation below boiling point. *International Journal of Science Education,* 20, 695-709.

Johnson, P. (2000). Children‟s understanding of substances: Part I. Recognizing chemical change. *International Journal of Science Education*, 22, 719-737.

Johnson, P., y Papageorgiou, G. (2010). Rethinking the introductory of particle theory: A substance based framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (2), 130-150.

Jones, L. (2014). Developing Deaf Children's Conceptual Understanding and Scientific Argumentation Skills: A Literature Review. *Deafness & Education International,* 16 (3), 146-160.

Juárez Sánchez, A., Padilla, D., Cortés, M. C, y López, R. (2010). Percepción social de la sordera en el entorno escolar: proceso de elaboración de un cuestionario de evaluación. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología,* 30 (3), 120-129.

Justí, R. (2006). Enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias,* 24 (2), 173-194.

Justí, R. y Gilbert, J. K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education,* 24 (4), 369-387.

Kala, N., Yaman, F. y Ayas, A. (2013). The Effectiveness Of Predict–Observe–Explain Technique In Probing Students' Understanding About Acid–Base Chemistry: A Case For The Concepts of pH, pOH, and Strength. *International Journal of Science and Mathematics*, 11 (3), 555-574.

Kay, R. H. (2012). Exploring the use of video podcasts in education: A comprehensive review of the literature. *Computers in Human Behavior*, *28* (3), 820-831.

Kelly, G. (1955). T*he Psychology of Personal Constructs.* Nueva York: WW Norton.

Kelly, G. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. En R. A. Duschl y R.E. Grandy (Eds.), *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation,* (pp. 99-117). Rotterdam: Sense Publishers.

Kelly, G., Carlsen, W. S. y Cunningham, C. M. (1993). Science education in sociocultural context: Perspectives from the sociology of science. *Science Education,* 77, 207-220.

Kelly G., Green, J. y Crawford, T. (1996). *Common task and uncommon knowledge: Discourse analysis of the negotiation of science content across physics laboratory groups*. Comunicación presentada en Annual meeting of the American Educational Research Association. New York.

Kelly, L. (1996). The Interaction of Syntactic Competence and Vocabulary During Reading . *Deaf Students Journal of Deaf Studies and Deaf Education,* 1 (1), 75-90.

Kelly, R. R. y Mousley, K. (2001). Solving word problems: More than reading for deaf students. *American Annals of the Deaf*, 146, 253–264.

Kermen, I., y Méheut, M. (2011). Grade 12 French Students' use of a Thermodynamic Model for Predicting the Direction of Incomplete Chemical Changes. *International Journal of Science Education,* 33 (13), 1745–1773.

Khanthavy, H. y Yuenyong, C. (2009). *The grade student's mental model of force and motion through predict– observe – explain (poe) strategy*. Comunicación presentada en Third International Conference on Science and Mathematics Education (CoSMEd).

Khun, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education,* 77 (3), 319–337.

Kind, V. (2004). *Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas,* 2 ed., Londres: Royal Society of Chemistry.

Kluwin, T. N. y Kelly, A. B. (1991). The effectiveness of dialogue journal writing in improving the writing skills of young deaf writers. *American Annals of the Deaf,* 136, 284-291.

Knuckey, J. y Cumpston Bird, T. (2001). Seeing is believing: Interpreting for deaf students in tertiary education. *Fine Print*, 24 (4), 23-26.

Kozma, R., y Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching,* 43 (9), 949-968.

Lane, H., Hoffmeister, R., y Bahan, B. (1996). *A Journey into the Deaf-World*. San Diego : Dawn Sign Press.

Lane-Outlaw, S. I. (2009). *A qualitative investigation of ASL/English bilingual instruction of deaf students in secondary science classrooms*. Tesis Doctoral. Gallaudet University.Washington, D.C.

Lang, H. G. (1981). Acoustics for deaf physics students. *The Physics Teacher,* 19 (4), 248-49.

Lang, H. G. (1996). Teaching Science Engineering and Mathematics to Deaf Students: the role of Technology in instruction and Teacher Preparation. *Information Technology and Disabilities e-Journal,* 3(2). Recuperado de: http://goo.gl/wxo9sW

Lang, H. G. (2002). Higher education for deaf students: Research priorities in the new millennium. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 7 (4), 267-280.

Lang, H. G. (2006). Science education for deaf students: Curriculum and instruction. In D. Martin and D. Moores (Eds.). *Deaf Learners: Developments in Curriculum and Instruction.* Washington, DC: Gallaudet University Press.

Lang, H. G. (2015). Best Practices Science Education for Deaf Students. Recuperado de: http://goo.gl/y2154v

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 Caccamise, F. (1980). One-on-one with the hearing impaired. *Science Teacher,* 47 (8), 20-25.

Lang, H. G., Egelston-Dodd, J. y Sachs, M. (1983). Science education for hearing-impaired students in the eighties: priorities and projections. *American Annals of the Deaf,* 28 (6), 801-808.

Lang, H. G. y Meath-Lang, B. (1995). *Deaf persons in the arts and sciences: A biographical dictionary*. Westport, Connecticut: Greenwood Press.

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., y Propp, G. (1982). Science education for hearing-impaired students: state-of-the-art. Science Education. *American Annals of the Deaf*, 127 (7), 860-869.

Lang, M., Raedy, J. S., y Wilson, W. (2006). Earnings management and cross listing: Are reconciled earnings comparable to US earnings? *Journal of Accounting & Economics* 42 (1-2), 255-283.

Lang, H. G., y Steely, D. (2003). Web-Based Science Instruction for Deaf Students: What Research Says to the Teacher. *Instructional Science,* 31, 277-298.

Larrivee, B. y Cook, L. (1979). Mainstreaming: A Study of the Variables Affecting Teacher Attitude. *Journal of Special Education,* 13 (3), 315-324.

Ley 13/1982, de 7 de abril, de Integración social del minusválido (BOE núm. 103 de 30-4-1982): sección tercera, artículos 23 a 31.

Ley Orgánica 8/1985, de 3 de julio, Reguladora del Derecho a la Educación (BOE 159, de 4-06-1985).

Ley Orgánica 2/2006, do 3 de maio, de educación (BOE 106, del 4-5-2006).

Ley 27/2007, de 23 de octubre, por la que se reconocen las lenguas de signos españolas y se regulan los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con discapacidad auditiva y sordociegas (BOE 255, del 24-10-2007).

Lederberg A. R., y Everhart V. S. (2000). Conversations Between Deaf Children and Their Hearing Mothers: Pragmatic and Dialogic Characteristics *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5 (4), 303-322.

Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D., y Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching,* 30 (3), 249-270.

Lenke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores.* Barcelona: Paidós.

Letón, E., García-Saiz, T., Quintana-Frías, I., y Prieto-Mazaira, Á. (2012). *¿Cómo diseñar mini-vídeos docentes modulares?* DVD con ISBN: 978-84-362-5683-3.

Levy-Shiff, R., y Hoffman, M. A. (1985). Social behavior of hearing impaired and normally hearing preschoolers. *British Journal of Educational Psychology,* 55, 111–118.

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 Forbus, K. y de Kleer, J. (Eds.) *Proceedings of the 18th International Workshop on Qualitative Reasoning* (QR04), (pp. 97-104). Evaston, Illinois.

Li, Y. (2005). *The effects of the bilingual strategy—Preview, View, Review—on the comprehension of science concepts by deaf ASL/English and Hearing Mexican-*

American bilingual students. (Tesis Doctoral Inédita). Lamar University. Beaumont, Texas.

Limbrick, E., McNaughton, S. y Clay, M. (1992). Time Engaged in Reading. A Critical Factor in Reading Achievement. *American Annals of the Deaf,* 137 (4), 309- 314.

Linn, M. C., Hadary, D., Rosenberg, R. y Haushalter, R. (1979). Science education for the deaf: Comparison of ideal resource and mainstream settings. *Journal of Research in Science Teaching,* 16 (4), 305-316.

Liu, X., y, Lesniak, K. M. (2005). Students' progression of understanding the matter concept from elementary to high school. *Science Education,* 89 (3), 433–450.

Liu, X., y, Lesniak, K. (2006). Progression in children‘s understanding of the matter concept from elementary to high school. *Journal of Research in Science Teaching,* 43 (3), 320-347.

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.

López-Barajas, E., Montoya, J. M. (1995). *El estudio de casos: Fundamentos y metodología.* Madrid: UNED .

López Torrijo, M. (2008). De la Exclusión a la Inclusión: Políticas y Prácticas de la Universidad Española Respecto a los Alumnos con Déficit Auditivo *Archivos Analíticos de Políticas Educativas.* 16 (5), 1-31.

Luckner, J. L., Bowen, S., y Carter, K. (2001). Visual teaching strategies for students who are deaf or hard of hearing. *Teaching Exceptional Children,* 33 (3), 38–44.

Lumbaca, P., Pentinalli, R., y Borsese, A. (1966). Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado. *Enseñanza de las Ciencias,* 14 (1),15-24.

Ma, Y. F., Hua, X. S., Lu, L., y Zhang, H. J. (2005). A Generic Framework of User Attention Model and Its Application in Video Summarization. *IEEE Transactions on Multimedia Journal,* 17 (5), 907-919.

McMillan, J. y, Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa.* Madrid: Pearson

Mangrubang, F. R. (2004). Preparing elementary education majors to teach science using an inquiry-based approach: The Full Option Science System. *American Annals of the Deaf,* 149 (3), 290-303.

Marino M. y Beecher C. (2010). Conceptualizing RTI in 21st-Century Secondary Science Classrooms: Video Games' Potential to Provide Tiered Support and Progress Monitoring for Students with Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly,* 37, 87-99.

Marchesi, A. (1983). Influencia del modo de comunicación temprana en el desarrollo cognitivo y lingüístico de los niños sordos profundos. Manuscrito no publicado. Madrid: CIDE.

Marchesi, A. (1987). *El desarrollo cognitivo y lingüístico de los niños sordos.* Madrid: Alianza Editorial.

Marchesi, A., Asensio, M. e Iglesias, L. (1979). Estructura combinatoria y comprobación de hipótesis en adolescentes sordos profundos. Ponencia presentada en las 1ª Jornadas Internacionales Psicología y Educación. Madrid.

Marschark, M. (1993). *Psychological Development of Deaf children.* Nueva York: Oxford University Press.

Marschark, M. (2003). Interactions of Language and Cognition in Deaf Learners: From Research to Practice. *International Journal of Audiology*, 42, 542-548.

Marschark, M., Covertino, C. M. y LaRock, D. (2006). Optimizing Academic performance of Deaf Students: Access, Opportunities, and Outcomes. En Moores D. F.

y Martin D. S. *Deaf Learners: Developments in Curriculum and Instruction*, (pp. 179-200) Washington, DC: Gallaudet University Press.

Marschark, M., Convertino, C. M., Macias, G., Monikowski, C. M., Sapere, P. M., y Seewagen, R. (2007). Understanding communication among deaf students who sign and speak: A trivial pursuit? *American Annals of the Deaf*, 152, 415-424.

Marshack M., Lang, H. G. y Albertini, J.A. (2002). *Educating Deaf Student: From Research to Practice.* Nueva York: Oxford University Press.

Marschark, M.; Morrison, C. y Lukomski, J. (2013). Are deaf students visual learners? *Learning and Individual Differences,* 25 (6), 156-162.

Marschark, M., Pelz J. B., Convertino, C., Sapere, P., Arndt, M. A. y Seewagen, R. (2005). Classroom Interpreting and Visual Information Processing in Mainstream Education for Deaf Students: Live or Memorex? *Educational Research Journal,* 42 (4), 727–761.

Marschark, M., Sapere, P., Convertino, C., Seewagen, R., y Maltzen, H. (2004). Comprehension of sign language interpreting: Deciphering a complex task situation. *Sign Language Studies,* 4 (4), 345- 368.

Martínez Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso. Estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión*, 20, 165-193.

Martín del Pozo, R., y Galán, P. (2012). Los criterios de clasificación de la materia inerte en la educación primaria: concepciones de los alumnos y niveles de competencia. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 9 (2), 213-230.

Martínez González, R.A. (2007). *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes. Ministerio de Educación y Ciencia*. Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE). Colección: Investigamos Nº 5.

Martínez, M. y Silvestre, N. (1995). Self-concept in profoundly deaf adolescent pupils. *International Journal of Psychology*, 30 (3), 305-316.

Martínez Losada, C., García Barros, S. y Rivadulla López, J.L. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 137-155.

Marty, P. F., Mendenhall, A., Douglas, I., Southerland, S. A, Sampson, V., Kazmer, M., Alemanne, N., Clark, A., y Schellinger, J. (2013). The iterative design of a mobile learning application to support scientific inquiry *Journal of Learning Design*, 6 (2), 41-66.

Mayberry, R. I. (2007). When Timing Is Everything: Age of First-Language Acquisition. Effects on Second-Language Learning. *Applied Psycholinguistics,* 28, 537-549.

Mayer, R.E. (2008a). Applying the science of learning: Evidencebased principles for the design of multimedia instruction. American Psychologist, 63 (8), 760-769.

Mechling, L. (2005). The Effect of Instructor-created Video Programs to Teach Students with Disabilities: A Literature Review. *Journal of Special Education Technology,* 20 (2), 25-36.

Méheut, M., Saltie, E. y Tiberghein, A. (1985). "Pupils´ (11-12 years olds) conceptions of combustion. *European Journal of Science Education,* 7, 83-93.

Mendibela, P. (2001). Utilización de las ideas previas de los estudiantes sobre termalismo en el diseño de actividades de aula. *Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9 (1), 45-48.

Mendibela, P. (2007). *Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología,* 22, 107-112

Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Millar, R., y Osborne, J. (1998). Beyond 2000: Science education for the future. Londres: King's College, London School of Education.

Ministerio de Educación y Ciencia. (1989). *Libro Blanco para la Reforma del Sistema Educativo español.* Madrid: MEC.

Mishra, P. (2004). The role of abstraction in scientific illustration: Implications for pedagogy. En Handa, C. (Ed.) *Visual rhetoric in a digital world: A critical sourcebook,* (pp. 177–194). Edwardsville, Illinois: Southern Illinois University.

Moeller, M. P., et al. (2007a). Vocalizations of infants with hearing loss compared to infants with normal hearing. Part I: Phonetic development. *Ear and Hearing,* 28(5), 605– 627.

Moeller, M. P. y Schick, B. (2006). Relations between Maternal Input and Theory of Mind Understanding in Deaf Children. *Child Development,* 77 (3), 751-766.

Molander B. O., Hallden, O. y Lindahl, C. (2007*)* Ambiguity as a motor for communication—Differences between hearing and deaf students' ways of reasoning about energy**.** *International Journal of Educational Research*, 46, 327–340.

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.

Molanes, E. M. y Leton, E. (2014). Two new concepts in video podcasts-minimalist slides and modular teaching mini-videos. Comuniciación presentada en la 6th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), Barcelona.

Monk, M. (1991). Genetic epistemological notes on recent research into children's understanding of light. *International Journal of Science Education,* 13, 255–270.

Monk, M. (1990). A genetic epistemological analysis of data on children's ideas about DC electrical circuits. *Research in Science and Technological Education*, 8, 133–143.

Moores, D. (2001). *Educating the deaf: Psychology, principles, and practices* (5 ed.). Boston: Houghton Mifflin Company.

Morales López, E. (2008). *Sign bilingualism in Spanish Deaf Education* en C., Plaza-Pust y Morales-López, E. (Ed.) *Sign Bilingualism: Language development, interaction, and maintenance in sign language contact situations,* (pp. 223-276). John Benjamins

Morales-López, E. (2008). Características generales del bilingüismo inter-modal (lengua de signos/lengua oral). En J. Martí i Castells y J. M. Mestres i Serra, *Les llengües de signes com a llengües minoritàries: perspectivas lingüístiques, socials i polítiques* (Actes del seminari del CUIMPB-CEI 2008). Recuperado de: http://goo.gl/6KMXAO

Morales-López, E. (2010). *La lengua de signos como vehículo de comunicación y de capital simbólico.* Versión en español de la conferencia pronunciada el 14 de noviembre de 2005, en el ciclo Llengua i identitat (organizado por el Centro Universitario de Sociolingüística y Comunicación, Universidad de Barcelona). Publicada en Àngels Massip (coord.) (2008) *Llengua i identitat*, (pp. 29-36) Universitat de Barcelona, Barcelona. Recuperado de: http://goo.gl/R651VG

Moreira, M. (1997). Modelos mentais. *Investigações em ensino de Ciências,* 1 (3). Recuperado de: http://goo.gl/ZMCbth

Mueller, V. y Hurtig, R. (2010). Technology-Enhanced Shared Reading with Deaf and Hard-of-Hearing Children: The Role of a Fluent Signing Narrator. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education* 15, 72–101.

Muir, L. J. y Richardson, I. E. (2005). Perception of Sign Language and Its Application to Visual Communications for Deaf People. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(4), 390-401.

Muñoz-Baell, I. M. (1996). Aportación al estudio de la articulación de la Lengua de Signos Española (LSE) en la Comunidad Valenciana. Memoria de licenciatura. Universidad de Alicante.

Neuman, S., y Koskinen, P. (1992). Captioned Television as "Comprehensible Input": Effects of Incidental Word Learning from Context for Language Minority Students. *Reading Research Quarterly*, 27 (1), 94-106.

Norwich, B. (2008). Dilemmas of difference, inclusion and disability: international perspective placement European. *Journal of Special Needs Education,* 23 (4), 287-304.

Norziha, M. Z., Halimah, B. Z., y Azlina, A. (2010). *Developing augmented reality book for deaf in science: The determining factors*. Comunicación presentada en el International Symposium on Information Technology 2010 (ITSim'10). Kuala Lumpur, Malaysia.

O´Brien, D. (2013). Visual Research with Young d/Deaf people. An Investigation of the Transitional Experiences of d/Deaf Young People from Mainstream Schools using Autodriven Photo-elicitation Interviews Graduate. *Journal of Social Science,* 10 (2), 152-173.

Ogborn, J., Kress, G., y Martins, I. (1998). *Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en Secundaria.* Madrid: Santillana.

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.

Oliva, J. M., y Acevedo, J. A. (2005). La enseñanza de las ciencias en Primaria y Secundaria hoy: algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 241-250.

Oliva, J. M., y Aragón, M. M. (2009a). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (2), 195-208

Omar, H., y Fulford, C. (2015). The Effects of Community-based Technologies on Deaf and Hard of Hearing Students in Higher Education. En Carliner, S., Fulford, C. y Ostashewski, N. (Eds.). *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology 2015*, (pp. 902-911). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Montréal, Canadá.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (1994). Declaración de Salamanca y Marco de Acción para las Necesidades Educativas Especiales. Conferencia Mundial sobre Necesidades Educativas, Salamanca.

Opperman, M. (2000). Triangulation. A Methodological discussion. *International Journal of Tourism Research*, 2 (2), 141-146.

Osborne, R. J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science,* 328, 463-466.

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.*

Osborne, R. J., y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: critical reflections.* Londres: Nuffield Foundation.

Osborne, R. J., Simon, S. y Erduran, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching,* 41 (10), 994-1020.

Owen, R. L. y Fuchs, L. S. (2002). Mathematical problem-solving strategy instruction for third-grade students with learning disabilities. *Remedial and Special Education*, 23, 268–278.

Pham, H.T. (2008). *Attitudes Towards Inclusive Education of Students with Disabilities in Vietnam. A Survey of Regular Lower Secondary School Teachers*. Máster de Filosoía en Necesidades Educativas Especiales. Universidad de Oslo.

Palmer, D. (1995). The POE in the Primary School: an evaluation. *Research in Science Education,* 25 (3), 323-332.

Pardo, D. (2000). *Orientaciones para la integración escolar de estudiantes sordos con intérprete a la básica secundaria y media.* Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, Instituto Nacional para Sordos (INSOR).

Papageorgiou, G., y Johnson, P. (2005). Do Particle Ideas Help or Hinder Pupils' Understanding of Phenomena? *International Journal of Science Education,* 27 (11), 1299-1317.

Parton, B. S. (2006). Snapshots of interactive multimedia at work across the curriculum in deaf education: Implications for public address training. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 15* (2), 159-173.

Parton, B. S. (2014). Facilitating Exposure to Sign Languages of the World: The Case for Mobile Assisted Language Learning. *Journal of Information Technology Education: Research*, 13, 13-24.

Patalano, F. (2015). *Science Based Education for Students Who Are Deaf and/or Hard of Hearing.* Tesis Doctoral. Paper 1.Arcadia University.Pensilvania.

Paul, P. (2003). Processes and components of reading. En M. Marschark y P. Spencer (Eds.), *Handbook of deaf studies, language, and educatio,n* (pp. 97–109). Nueva York: Oxford University Press.

Pérez Rufí, J. P., Navarrete Cardero, J. L., y Gómez Pérez, F. J. (2013). La industria televisiva en España: crisis y nuevas oportunidades". *Anàlisi, Quaderns de comunicació i cultura,* 49, 1-14. Recuperado de: http://goo.gl/GOjBRv

Petitto, L. A. (2012). Revolutions in the Science of Learning: A New View from a New Center-Visual Language and Visual Learning. *Odyssey: New Directions in Deaf Education,* 13, 70-75.

Pich, P. (2015). *El desarrollo de la competencia científica en el contexto del modelo de partículas y los tres estados de la materia*. Trabajo de fin de máster. Universidad de Santiago de Compostela.

Pini, R. A. (1979). Planetarium presentation for deaf students. *Science and Children*, September, 41-42.

Pfundt, H., y Duit, R. (1993). Bibliography: Students' alternative frameworks and science education. (4 ed) Kiel: Institute for Science Education, University of Kiel.

Pozo, J. I., y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia.* Madrid: Morata.

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.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., y Gertzog, W.A. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education* 62 (2), 211-227.

Powell, D., Hyde, M., y Punch, R. (2013). Inclusion in Postsecondary Institutions with Small Numbers of Deaf and Hard-of-Hearing Students in New Zealand. *Deaf Studies and Deaf Education,* 19 (1), 126-140.

Powers, S. (2001). Influences of Student and Family Factors on Academic Outcomes of Mainstream Secondary School Deaf Students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education,* 8 (1), 57-78.

Powers, S. (2002). From Concepts to Practice in Deaf Education: A United Kingdom Perspective on Inclusion**.** *Journal of Deaf Studies and Deaf Education,* 3 (7), 230-243.

Powers, S., Gregory, S., y Thoutenhoofd, E. D. (1999). The educational achievements of deaf children: a literature review executive summary. *Deafness & Education International*, 1 (1), 1–9.

Prensky, M. (2011). *Enseñar a nativos digitales. Una propuesta pedagógica para la sociedad del conocimiento.* Madrid: Ediciones SM.

Prieto, T. y Blanco, Á (2000). Visión escolar de la naturaleza y estructura de la materia. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 7 (26), 75-82.

Prieto T., Blanco, Á. y Brero V. (2002). La progresión en el aprendizaje de dominios específicos: una propuesta para la investigación. *Enseñanza de las Ciencias,* 20 (1), 3-14.

Ramírez Orellana, E., Domínguez Gutiérrez, A.B., Clemente Linuesa, M. (2007). Cómo valoran y usan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) los profesores de alumnos con necesidades educativas especiales (NEE). *Revista de Educación*, 342, 349-372.

Rasmus, B. A., y Allen, D. M. (1988). Testing New Signs for Teaching Biology. *Sign Language Studies,* 60, 313-330.

Real Decreto 831/2014, de 3 de octubre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Mediación Comunicativa y se fijan sus enseñanzas mínimas (BOE, 259, 25-10-2014).

Real Decreto 2060/1995, de 22 de diciembre, por el que se estəblece el titulo de Técnico superior en Interpretación de Lengusa de Signos y las correspondientes enseñanzas mínimas (BOE, 47, 22-12-1995).

Reid, J. D. y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en Secundaria.* Madrid: Narcea.

Rhys-Jones, S., y Ellis, H. (2000). Theory of mind: deaf and hearing children's comprehension of picture and judgments of social situation. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education,* 5 (3), 248-264.

Richardson, J., McLeoth-Gallinger, J., McKee, B., y Long, G. (2000). Approaches to studying in deaf and hearing students in higher education. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education,* 5(2), 156-173.

Richardson, J., y Woodley, A. (1999). Approaches to studying in people with hearing loss. *British Journal of Educational Psychology*, 69, 533-546.

Roald, I. (2002). Norwegian deaf teachers' reflections on their science education: implications for instruction. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education,* 7 (1), 57-73.

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.

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.

Rodríguez Palmero, M. L., y Moreira, M. A. (2002b). Modelos mentales vs esquemas de célula. *Investigações em Ensino de Ciências,* 7 (1). Recuperado de: http://goo.gl/0VsMXh

Rydberg, E., Gellerstedt, L. C., y Danemark, B. (2009). Toward an Equal Level of Educational Attainment Between Deaf and Hearing People in Sweden? *Journal of Deaf Studies and Deaf Education,* 14 (3), 312-323.

Roth, W. M., y Roychoudhury, A. (1992). The Social Construction of Scientific Concepts or the Concept Map as Device and Tool Thinking in High Conscription for Social School Science. *Science Education*,76 (5), 531-557.

Ruiz Pastrana, M., y Muñoa Anabitarte, R. (2014). Uso de un organizador gráfico para el cálculo con disoluciones. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 77, 71-79.

Russell, T., y Watt, D. (1990). *Evaporation and Condensation, A primary SPACE Research Report*. Liverpool: University of Liverpool Press.

Sadler, G. R., Huang, J. T., Padden, C. A., Elion, L., Galey, T. A., Gunsauls, D. C. y Brauer, B. (2001). Bringing health care information to the deaf community. *Journal of Career Education*, 16 (2), 105-108.

Sadler, K. (2009). *Accuracy of Sign Interpreting and Real-Time Captioning of Science Videos for the Delivery of Instruction to Deaf Students.* Tesis doctoral. University of Pittsburgh.

Salles, P., Lima-Salles, H., y Bredeweg, B. (2005). The Use of Qualitative Reasoning Models of Interactions Between Populations to Support Causal Reasoning of Deaf Students. En C.K. Looi, G. McCalla, B. Bredeweg y J. Breuker (Eds.), *Artificial Intelligence and Education: Supporting learning through Intelligent and Socially Informed Technology,* (pp 579-586). Amsterdam: IOS Press / Omasha.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En Perales, P. y Cañal, P. (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales,* (pp. 239- 266). Alicante: Marfil.

Sampson, V., y Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future drections. *Science Education,* 92 (3), 447-472.

Sánchez, C. (1995). Educación Básica para los Sordos: Cuándo, Cómo y Dónde. *Documentos*, 2, 37-49. Mérida, Venezuela: Instituto de Estudios Interdisciplinarios sobre la Sordera y el Lenguaje.

Sandoval, W. A. y Millwood, K. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23 (1), 23-55.

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*, 3, 405-422.

Schick, B., Williams, K., y Kupermintz, H. (2006). Look Who's Being Left Behind: Educational Interpreters and Access to Education for Deaf and Hard-of-Hearing Students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education,* 11 (1), 3-20.

Schirmer, B. (1994). *Language and literacy development in children who are deaf.* Nueva York: MacMillan.

Sears, J., y Sorensen, P. (Eds.) (2000). *Issues in Science Teaching*. Londres: Routledge Falmer.

Seal B. C., Wynne D. y MacDonald G. (2002). Deaf students, teachers, and interpreters in the chemistry lab. *Journal Chemical Education,* 79 (2), 239-243.

Seok, P. y, Jing, S. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview.International Journal of Science Education, 33 (8), 1109–1130

Sequeira, M. y Freitas, M. (1986). *Death and decomposition of living organisms: children's alternative frameworks.* Comunicación presentada en The 11th Conference of the Association for Teacher Education in Europe. Toulouse. Francia.

Sesto Varela, V. (2015). Caraterización da comprensión dos estudantes de procesos de transformación da materia. Trabajo de fin de máster. Universidad de Santiago de Compostela.

Serrano-Pau, C. (1996). *Proceso de resolución de problemas aritméticos en el alumnado sordo: aspectos diferenciales respecto al oyente*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona.

Shepherd, C. M y Alpert, M. (2015). Using technology to provide differentiated instruction for deaf learners. *Journal of Instructional Pedagogies,* 16, 1-7. Recuperado de: http://goo.gl/hQtSPM

Shepherd, C., Madelon, A. (2015). Technology to provide differentiated instruction for deaf learners . *Journal of Instructional Pedagogies,* (16), 1-7.

Shirin D. Antia, Kathryn y Kreimeyer, H. (2001). The Role of Interpreters in Inclusive Classrooms. *American Annals of the Deaf,* 146 (4), 355-365.

Silvestre, N. (1991). Las interacciones entre profesor y adolescente sordo profundo integrado en el aula regular con los oyentes. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audio logia,* 11 (3),170-177.

Silvestre, N. y Valero, J. (1995). Investigación e intervención educativa en el alumnado sordo: cuestiones sobre la integración escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 69-70, 31-44.

Skliar, C. (1999). Un análisis preliminar de las variables que intervienen en el proyecto de Educación Bilingüe para los sordos. Barcelona: Sección de Educación DifuSord.

Skiliar, C., Massone, M. A. y Veinberg, S. (1995). El acceso de los niños sordos al bilingüismo y al biculturalismo. *Infancia y aprendizaje,* 69-70, 85-100.

Simms, L, Andrews, J. y, Smith, A. (2005). A balance approach to literacy instruction for deaf signing students. *Balance Reading Instruction*, 12, 39-54.

Watson, S., y Gable, R. A. Using knowledge of student cognition to differentiate instruction. Recuperado de: http://goo.gl/bewBmu

Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Madrid: Morata.

Smith, L. M. (1978). An Evolving Logic of Participation Observation, Educational Etnography, and other Case Studies. En L. Shulman (Ed.), *Review of Research in Education*. (pp,326-37) Peacok, Illinois

Smith, G. (2000). *Secondary teachers perceptions toward inclusion of students with severe disabilities*.Tesis Doctoral. Georgia Southern University . Georgia.

Smith, C. (2006). *Cultural transformation practices and students' learning processes*. Trabajo de Máster. Claremont Graduate University and San Diego State University Joint Doctoral Program.

Smith, E. L., y Anderson, C. W. (1986). *Alternative student conceptions of matter cycling in ecosystems.* Comunicación presentada en The Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. San Francisco. CA.

Solanas, M. (1997). *Métodos de recerca.* Barcelona: UOC-Proa.

Soler, M. A. (1999). *Didáctica multisensorial de las ciencias*. Barcelona: Paidós.

Solomon, J. (1983). Learning about energy: how pupils think in two domains. *European Journal of Science Education,* 5, 49-59.

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.

Sóñora Luna, F. , García-Rodeja ,I., Brañas, M. P. (2001). Interacción y argumentación en el aula: Conversaciones sobre ciencias del suelo. VI Congreso Internacional sobre

investigación en la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VI Congreso: 177-178.

Stokoe, W., Casterline, D. y Croneberg, C. A. (1965*). A dictionary of American Sing language on linguistic principles.* Washington, D.C: Gallaudet College Press.

Stake, R. E. (1998). *Investigar con estudios de caso.* Madrid: Morata.

Stavy, R. (1990a). Children's conceptions of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247–266.

Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: from liquid (or sólid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 3 (27), 247-266.

Stern, L., Barnea, N., Shauli, S. (2008). The Effect of a Computerized Simulation on Middle School Students' Understanding of the Kinetic Molecular Theory. *Journal Science Education Technology,* 17, 305–315

Stewart, D.A. y Kluwin, T.N. (2001). *Teaching deaf and hard of hearing students: Content, strategies, and curriculum*. Boston: Allyn & Bacon.

Stubbs, S. (2000) 'Overcoming barriers to inclusion in Douentza, Mali', Enabling Education, EENET. Recuperado de: http://goo.gl/jAcz91

Stubbs, S. (2002). *Inclusive Education: Where there are few resources.* The Atlas Alliance global support to disabled people. Recuperado de: https://goo.gl/AyyQMX

Stuckless, R. (1983). Real-time transliteration of speech into print for hearing-impaired students in regular classes. *American Annals of the Deaf,* 128, 619-624.

Sunal, D. W., y Burch, D. E. (1982). School Science Programs for Hearing- Impaired Students**.** *American Annals of the Deaf,* 127 (4), 411-417.

Sutton, J. (1990). Teaching Science to hearing impaired pupils. *Deafness and Development,* 1, 3-4.

Sutton C., 2003. Los profesores de ciencias como profesores de lengua. *Enseñanza de las Ciencias,* 21 (1), 21-25.

Svartholm, K. (1996). *Bilingualism education for the deaf. Research and practice in Sweden.* Comunicación presentada en la 4th World Federation of the Deaf Asia/Pacific Conference. Kuala Lumpur. Malaysia.

Taylor, S. J., Bodgan, R. (1994). *Introducción a los métodos métodos cualitativos cualitativos de investigación investigación.* Barcelona: Paidós.

Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, 4, 71- 87.

Ting, C., y Gilmore, L. (2012). Attitudes of Preservice Teachers Towards TeachingDeaf and ESL Students. *Australian Journal of Teacher Education,* 12, , 46-56.

Torres, S., y Santana, R. (2005). Reading levels of Spanish deaf students. *American Annals of the Deaf,* 150, 379–387.

Treagust, D. F., Chandrasegaran, A. L., Crowley, J., Yung, H. W., Cheong, I., y Othman, J. (2010). Evaluating students' understanding of kinetic particle theory concepts relating to the states of matter, changes of state and diffusion: A cross-national study. *International Journal of Science and Mathematics Education,* 8, 141- 164.

Treagust D. F., Chittleborough. G. D. y Mamiala T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education,* 24, 357-368

Tytler, R. (1994b). *Children's construction of explanations in science.* Comunicación presentada em el tercer International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Ithaca, NY: Cornell University.

Tytler, R. (1998a). The nature of students' informal science conceptions. *International Journal of Science Education,* 20, 901-927.

Tytler, R. (1998b). Children's conceptions of air pressure: exploring the nature of conceptual change. *International Journal of Science Education*, 20, 929-958.

Tytler, R. (2000). A comparison of year 1 and year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education,* 22 (5), 447-467.

UNESCO. (1994). *Declaración de Salamanca y Marco de Acción sobre Necesidades Educativas Especiales.* Conferencia Mundial sobre Necesidades Educativas Especiales. Acceso y Calidad. Salamanca. España.

Unión Europea (2006). Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Official Journal of the European Union, 30–12–2006, L 394/10–L 394/18. Recuperado de: http://goo.gl/ZGmtcS

Valero, J. (1993). Los elementos facilitadores de la comprensión oral empleados por el profesor del aula regular con adolescentes sordos. *Comunicación, Lenguaje y Educación,* 18, 101-113.

Valmaseda, M. (2004). El desarrollo socio-emocional de los niños sordos. Intervención desde la escuela. En A.B. Domínguez y P. Alonso (Eds.), *La educación de los alumnos sordos hoy. Perspectivas y respuestas educativas.* Málaga: Aljibe.

Valmaseda, M. ,y Clemente, R. (1985). *Bases psicopedagógicas para la estimulación temprana del niño sordo profundo.* Madrid: CIDE.

Vandel, D. L., y George, L. B. (1981). Social interaction in hearing and deaf preschoolers: successes and failures and initiations. *Child Development,* 52, 627-635.

Vandel, D.L. y George, L.B. (1982). Integrating hearing and deaf preschoolers and attempt to enhance hearing children's interaction with deaf peers. *Child Development*, 53, 1354-1363.

Vieira, V., Bianconi, M. L., y Dias, M. (2005). Espaços não formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciência e Cultura,* 57, 21-23.

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.

Warnock, M. (1981). *Meeting Special Educational Needs.* Londres: Her Britannic Majesty's Stationary ,Ofice.

Watson, R., Prieto, T., y DILLON, J. (1995.) The Effect of practical work on students´ understanding of combustion. *Journal of Research in Science Teaching.* 32 (5), 487-02.

Watson, J. R., Prieto, T., y Dillon, J (1997). Consistency of students' explanations about combustion, *Science Education*, 81, 425-444.

Wertsch, J. (1993). *Voces de la Mente. Un Enfoque Sociocultural Para el Estudio de la Acción Mediada.* Madrid: Visor.

White, R. T. (1988). *Learning Science.* Oxford: Basil Blackwell Ltd.

White, B. Y., y Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction,* 16, 3 - 118.

Witter-Merithew, A. (1995). Interpreting in the American Judicial System: Workbook and Study Guide. Burtonsville, Maryland: Sign Media, Inc.

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.

Wood, H. A., y Wod, D. J. (1984). An experimental evaluation of the effects of five styles of teacher conversation on the language of hearing-impaired children. *Journal Child Psychologie,* 25 (1), 45-62.

Wu, W., Wu, J.Y., Chen, C., Kao, H., Lin, C., y Huang, S. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education,* 59, 817– 827.

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.

Zazove P., Meador, H. E., Derr, H. A., Gorenflo D. W., Burdick, S. W., y Saunders E. W. (2004). Deaf persons and computer use. *American Annals of the Deaf,* 148, 376–384.

Zeidler, D. L. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education,* 81, 483-496.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

ANEXOS

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

Ensino das ciencias a alumnado Xordo

Todos os datos que se recollan son anónimos e confidenciales. O seu uso limitarase á presente investigación desde o Departamento de Didáctica das Ciencias da Universidade de Santiago de Compostela.
A súa sinceridade nas respostas ás cuestións é determinante para o propósito da investigación: Mellorar o ensino das ciencias do alumnado Xordo integrado nas aulas .
Moitas grazas pola súa colaboración,

*Obrigatorio

Sexo *

- Muller
- Home

Experiencia docente *

- Menos de 5 anos
- Entre 5 e 10 anos
- Máis de 10 anos

A miña experiencia como docente con alumnado Xordo integrado é *

- É a primeira vez que teño un alumno Xordo na aula
- Teño pouca experiencia.
- Teño bastante experiencia.
- Teño unha amplia experiencia.

Ten algún tipo de contacto ou información sobre a Comunidade Xordo? *

- Sí
- Non

O alumnado Xordo da súa escola provén habitualmente de *

- [ ] Outros centros integrados
- [ ] Centros específicos
- [ ] Outro:

¿ Qué tipo de xordera ten/teñen o/os alumnos aos que lle da/dou clase de ciencias? *

- ( ) Xordo Profundo
- ( ) Hipoacúsico
- ( ) Ambos

Actualmente ten algún alumno/a Xordo/a na aula de ciencias? *

- [ ] Sí
- [ ] Non

Que asignatura(s) imparte aos seus alumnos Xordos? *

Cree que a súa escola conta cos recursos necesarios para integrar alumnado Xordo? *

- ( ) Sí
- ( ) Non

Con que tipo de recursos humáns conta para atender ás necesidades do alumnado Xordo na súa clase? *

- [ ] Presencia de un intérprete
- [ ] Profesor de Audición e Lenguaxe
- [ ] Asesor Xordo
- [ ] Orientador educativo
- [ ] Outro:

Que tipo de dificultades ten habitualemente para dar clase aos seus alumnos Xordos? *

- [ ] Loxísticas
- [ ] Conceptuais
- [ ] Administrativas
- [ ] Didácticas
- [ ] Pedagóxicas

Cite exemplos concretos das dificultades que atopa *

Especifique como mínimo tres dificultades importantes á hora de traballar con alumnos Xordos

Cando prepara as súas clases pon atención ao feito de ter alumno(s) Xordo(s) ? *

- Sí
- Non

A organización espacial na sala de aula ocupada polos alumnos é a seguinte: *

- Xordos e ouvintes na primeira fla
- Un lugar especial reservado ao alumno Xordo
- O alumno Xordo elixe o seu sitio
- Xordos na primera fila , illado.
- Outro:

Os contidos da programación que traballa co alumnado Xordo son: *

- Reduzco o contido da programación
- Intento dar o mesmo tipo de contidos pero en menor profundidade
- Iguais para todos

No caso de reducir contidos: Cales prioriza?

O grado de dificultade dos contidos para os meus alumnos Xordos é: *

- Menor que os dos compañeiros ouvintes
- Igual que cos compañeiros ouvintes
- Outro:

As actividades curriculares na aula con alumnado Xordo integrado son: *

- [ ] Específicas e diferentes para os alumnos Xordos
- [ ] Específicas e integradas coa programación do resto dos alumnos
- [ ] Iguais para todos
- [ ] Outro:

Indique tres exemplos de actividades relacionadas coa conservación da materia que teña utilizado co seu alumnado Xordo

Indique como acompaña aos alumnos Xordos respecto aos alumnos ouvintes *

Sinale as dificultades máis importantes coas que se atopa á hora de impartir a asignatura aos seus alumnos Xordos: *

- [ ] De lectoescritua
- [ ] Comunicativas
- [ ] Programáticas
- [ ] Curriculares
- [ ] Pedagóxicas
- [ ] Non atopo dificultades
- [ ] Outro:

De exemplos concretos en relación ás dificultades que sinalou na pregunta anterior *

Respecto ás habilidades relacionadas coa competencia científica: Atopa diferencias entre o alumnado Xordo e o ouvinte? *

- ○ Sí
- ○ Non

Si respondeu que sí á cuestión anterior, mencione as diferencias que considera máis importantes (máximo 3) *

- ☐ Raciocinio
- ☐ Inferencia
- ☐ Interpretación
- ☐ Argumentación
- ☐ Comprensión
- ☐ Deducción
- ☐ Memorización
- ☐ Identificación
- ☐ Asociación
- ☐ Outro: [ ]

Describa algunhas das estratexias metodolóxicas en ensino das ciencias que utiliza cos seus alumnos Xordos respecto aos ouvintes

[ ]

Que tipo de axuda necesita habitualmente nas aulas con alumnado Xordo? *

- ☐ Intérprete de Lengua de Signos
- ☐ Profesor de apoio
- ☐ Colegas do departamento
- ☐ Orientador
- ☐ Outros alumnos xordos
- ☐ Outro: [ ]

Conta coa presenza de un intérprete na aula de ciencias? *

- ○ Sí, sempre
- ○ Non
- ○ Sí, as veces
- ○ Outro: [ ]

Prepara previamente co intérprete as clases de ciencias para aclarar conceptos e lagoas en formación científica que poida ter o intérprete? *

- ○ Sí
- ○ Non
- ○ As veces
- ○ Non dispoño de intérprete

Como introduce novos signos relacionados con conceptos científicos na aula? *

- ○ Páctaos previamente co intérprete.
- ○ O intérprete introdúceos como experto en Lingua de Signos
- ○ Páctaos co seu alumno e llos comunica ao intérprete
- ○ Páctanos entre os tres.
- ○ Pactaos co seu alumno
- ○ Introduzo os novos conceptos, sen máis.
- ○ Outro: [ ]

Como cree que inflúe a presenza dun intérprete nas discusións sobre un tema de ciencias?

[ ]

Mencione catro aspectos relacioados coa materia e as reaccións químicas que sexan difíciles de impartir simultáneamente con alumnos Xordos e ouvintes e xustifique a súa resposta.

[ ]

Mencione catro aspectos relacioados coa materia e as reaccións químicas que NON sexan difíciles de impartir simultáneamente con alumnos Xordos e ouvintes e xustifique a súa resposta.

As súas expectativas fronte ao alumnado Xordo na aula de ciencias son: *

- [ ] As mesmas que para o alumnado ouvinte
- [ ] Inferiores ás expectativas que teño cos alumnos/as ouvintes
- [ ] As mesmas que para o alumnado ouvinte, agás no referente aos procesos de lectoescritura
- [ ] Outro:

Que estratexias lle resultan máis efectivas no ensino das ciencias nas aulas con alumnos Xordos? *

- [ ] Actividades prácticas
- [ ] Resolución de exercicios
- [ ] Exposicións
- [ ] Visitas de estudo
- [ ] Actividades de laboratorio
- [ ] Trabajos cooperativos
- [ ] Apoio con presentacións e imaxes
- [ ] Vídeos subtitulados
- [ ] Simulacións
- [ ] Outro:

Que tipo de agrupamento de aula lle resulta máis idóneo para os seus alumnos Xordos? *

- ( ) Pequeno gupo de ouvintes e Xordos
- ( ) Parellas cooperativas Ouvinte/Xordo
- ( ) Pequeno grupo de alumnos Xordos
- ( ) Parellas cooperativas de alumnos Xordos
- ( ) Gran Grupo
- ( ) O alumno Xordo está co intérprete, sentado aparte.

Que cree que pode ser máis efectivo para mellorar o proceso de ensino/aprendizaxe dos seus alumnos Xordos?(Sinale tres) *

- [ ] Aulas de apoio
- [ ] Adaptacións curriculares
- [ ] Evaluación diferenciada
- [ ] Estratexias diversificadas
- [ ] Materiais específicos
- [ ] Estratexias diferenciadas
- [ ] Outro:

Enuncie as razóns polas que elexiu esas tres alternativas *

O tipo de adaptacións/recursos que utiliza cos alumnos Xordos son similares aos que usa con alumnos que teñen ao español como 2º lingua?

- ( ) Si
- ( ) Non
- ( ) Outro:

Que medidas cree que son necesarias, na súa opinión, á hora de integrar a un alumno Xordo na clase de ciencias? *

- [ ] Creación de grupos específicos de alumnos Sordos con intérpretes expertos en terminología científica
- [ ] Promover o coñecemento da Lingua de Signos e da Comunidade Xorda por parte dos profesores
- [ ] Máis espazos e momentos de contacto profesor/intérprete
- [ ] Formación específica para docentes
- [ ] Profesores de apoio con coñecementos en ciencia
- [ ] Felxibilidade curricular
- [ ] Outro:

Xustifique brevemente a súa resposta *

Que tipo de recursos materiais utiliza habitualmente cos alumnos Xordos? *

- [ ] Presentacións de apoio
- [ ] Soporte visual para as explicacións
- [ ] Leccións de repaso
- [ ] Reflexión sobre os termos científicos que introduce por primeira vez
- [ ] Software de apoio
- [ ] Webs e outro tipo de información asincrónica
- [ ] Outro:

Que tipo de formación desexaría para atender ao alumnado Xordo na aula de ciencias? *

Por último, resuma nun breve párrafo a súa opinión sobre a integración do alumnado Xordo na aula *

Enviar

Nunca envíes contrasinais a través de Formularios de Google.

Con tecnoloxía de Google Forms

Google non creou nin subscribe este contido.
Informar dun uso inadecuado - Condicións de servizo - Condicións adicionais

ANEXO 2: CUESTIONARIO PERSONAL A PROFESORES

Experiencia y formación docente

1- ¿Cuánto tiempo lleva enseñando a personas sordas?

2- ¿De qué asignaturas les ha dado clase? Detalles biográficos

3- ¿Cuántos años de experiencia docente tiene?

4- ¿Cuánto tiempo ha estado enseñando en una escuela con alumnos sordos?

5- ¿Cuál es su rama o especialidad docente?

6- ¿Ha hecho algún curso o formación relacionada con la atención a alumnos sordos?

7- ¿Cuáles son sus experiencias en la enseñanza de la ciencia a los estudiantes sordos?

Percepción sobre enseñanza de las ciencias a alumnos sordos y conocimiento de la Comunidad Sorda

8- ¿Cómo cree que son las actitudes de los alumnos sordos hacia el aprendizaje de la ciencia?

9- En su opinión ¿Cuáles cree que son algunas de las razones para los estudiantes que experimentan dificultades en el aprendizaje de la ciencia?

10- ¿Cómo podemos nosotros, como educadores ayudan a los alumnos sordos para superar estas barreras o retos? ¿Cuáles son sus ideas y posibles soluciones?

11- Cualquier otro comentario sobre la educación científica para estudiantes sordos.

12- ¿Tiene conocimiento de la Comunidad Sorda?

13- ¿Considera prioritaria la educación en ciencias del alumnado sordo?

14- ¿Cuál es su opinión sobre la integración escolar de los alumnos sordos? ¿Qué medidas deberían tomarse, en su opinión, a la hora de integrar a un alumno Sordo en la clase de ciencias?

Recursos e infraestructura de la escuela

15- En las aulas con alumnado sordo en que ha dado clase ¿Había también alumnos con español como 2º lengua?

16- ¿Qué opina de los recursos disponibles para Sordos en el centro?

17- ¿Cómo se siente acerca de su laboratorio de la escuela y el equipo de la ciencia?

18- ¿En qué tipo de centro trabaja?

19- ¿Cuál es la población de estudiantes en su escuela?

Con problemas de audición

Audición

Discapacidad de Aprendizaje

Otro

20- ¿El alumnado sordo en su escuela proviene habitualmente de otros centros integrados, escuelas específicas, etc.?

21- Qué tipo de adaptaciones utiliza habitualmente la escuela con el alumnado sordo. Espacios, materiales, intérpretes, adulto sordo, etc.

22- ¿Utiliza la escuela evaluaciones específicas para estos alumnos?

23- ¿La escuela tiene contacto con Asociaciones de Sordos?

24- ¿Cuentan con la presencia de un asesor sordo?

25- ¿La escuela le provee de recursos humanos? ¿Cuáles?

26- ¿Cuentan con la presencia de un intérprete?

Sobre metodología y enseñanza de las ciencias a alumnado sordo

27- ¿Cómo influye la presencia de un intérprete en las discusiones sobre un tema de ciencias?

28- ¿Cómo introduce nuevos signos científicos?

29- Su opinión sobre la formación en ciencias de los intérpretes

30- A la hora de adaptar el currículo, si es necesario, ¿cuáles son los bloques que prevalecen?

31- ¿Qué tipo de recursos didácticos usa habitualmente con el alumno sordo?

32- En el caso de ayudas visuales en el desarrollo de materiales, ¿Cuáles le parecen más útiles?

33- ¿El tipo de adaptaciones/recursos son similares a los que usa con alumnos que tienen el español como 2º lengua?

34- ¿Toma alguna atención especial en las prácticas de laboratorio con alumnos sordos?

35- ¿Qué tipo de agrupamiento cree que es más beneficioso para los alumnos sordo en el aula regular?

36- Señale las dificultades más importantes con las que se encuentra a la hora de impartir su asignatura a sus alumnos Sordos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANEXO 3: CUESTIONARIO PERSONAL A INTÉRPRETES

1- ¿Cuál es la función de un intérprete de LSE en el aula integradora?

2- ¿Cómo se forma un intérprete?

3- ¿Cuántos años lleva interpretando en LSE en los colegios?

4- ¿Cómo es el día a día de un intérprete en las escuelas?

5- ¿De qué recursos dispone para la interpretación en el aula?

6- ¿Se siente igual de cómodo interpretando aulas de distintas disciplinas?

¿Qué asignaturas representan una mayor dificultad a la hora de signar?

7- El lenguaje técnico propio de cada área del saber no tiene una representación de todos los términos en la Lengua de Signos Española (LSE). lo que supone una barrera comunicativa en las clases de ciencias. ¿Puede citar algunos ejemplos? ¿Qué estrategias utilizas para minimizar esas dificultades?

8- ¿Se siente confiado cuando signa conceptos científicos?

9- ¿Cómo pacta la improvisación con el maestro de signos que no aparecen en las guías normativizadas? ¿Puede citar algunos ejemplos?

10- ¿Qué dificultades existen en la interpretación en una práctica de laboratorio?

11- Las discusiones de clase son particularmente difíciles para los alumnos sordos, como hacer la lectura de labios en un grupo con ninguna pista visual de quién está hablando, parece “una pesadilla". ¿Cómo se signa en estas situaciones?

12- ¿Qué estrategias utiliza para conseguir la plena participación de un alumno sordo en un debate de ciencias?

13- ¿Qué aspectos relevantes cree que se deben mejorar en la interpretación en un aula de ciencias?

14- ¿Cree que es necesaria la formación específica para intérpretes por áreas temáticas?

15- En EEUU e Inglaterra se han desarrollado glosarios de signos científicos ¿Cuál es la situación en España?

16- ¿Qué necesidades formativas tienen los intérpretes respecto a las clases de ciencias? ¿Talleres, clases, seminarios, etc.)? ¿Algún tipo de formación académica en las disciplinas de ciencias?

ANEXO 4

ACTIVIDAD 1: COMBUSTIÓN DE UNA VELA

PREDICCIÓN

Vamos a encender una vela y taparla con un vaso **¿Qué crees que va a ocurrir? Dibújalo**

- **¿Por qué**?

OBSERVACIÓN

- Anota lo que observas cuando tapamos la vela encendida. ¿Qué ha ocurrido?

EXPLICACIÓN

¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que acabas de ver?

¿Cómo explicaría un científico o científica lo que acabas de ver?

Aquí puedes anotar cómo ha cambiado tus ideas después de la discusión.

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ACTIVIDAD 2: DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DEL AZÚCAR Y DESCOMPOSICIÓN DE UN ORGANISMO EN UN BOSQUE

PREDICCIÓN

¿Qué creéis que ocurre cuando quemamos azúcar?

¿Por qué crees que ocurrirá lo que has predicho?

- **¿Por qué**?

OBSERVACIÓN

- Anota lo que observas cuando quemamos el azúcar. ¿Qué ha ocurrido?

EXPLICACIÓN

¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que acabas de ver?

¿Cómo crees que respondería a la pregunta un científico?

Aquí puedes anotar cómo ha cambiado tus ideas después de la discusión.

Por último, nos interesa conocer lo que piensas que ocurre con los átomos de un animal muerto cuando se descompone en el bosque. ¿Qué ocurre con sus átomos?

ANEXO 5: ENTREVISTA, CUESTIONARIOS Y ACTIVIDADES DE AULA EN PRIMARIA (EC2)

1-CAMBIOS DE ESTADO DEL AGUA

1.1. ENTREVISTA PREVIA

Para conocer mejor tus ideas sobre los distintos cambios de estado en el agua te animamos a que respondas a una serie de preguntas:

PREGUNTA 1

Cuando el agua hierve aparecen burbujas en el agua. ¿De qué están hechas?

1. De aire
2. De vapor
3. De calor
4. De oxígeno e hidrógeno

Explica tu elección.

PREGUNTA 2

Si colocamos platos o vasos húmedos en un escurreplatos o bandeja, pasados unos minutos se seca: ¿Qué sucede con el agua?

a. Entra en la bandeja.
b. Se seca y desaparece.
c. Se transforma en oxígeno e hidrógeno en el aire.
d. entra en el aire como si fuesen pequeñísimos trozos de agua.

PREGUNTA 3

Ponemos cubitos de hielo en un bote y lo tapamos fuertemente, secando la cara exterior del bote. Al cabo de 15 minutos aparece agua en la cara externa. ¿De dónde viene el agua que aparece en el vaso?

a) El agua proviene del hielo fundido que ha atravesado el cristal.
b) Debido al frío el oxígeno y el hidrógeno forman agua.
c) El agua del aire se pega a la pared fría del bote.
d) El frío pasa a través del vidrio y se vuelve agua.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1.2. CUESTIONARIO POE CAMBIOS DE ESTADO DEL AGUA (EC2)

PREDICCIÓN

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

OBSERVACIÓN

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

Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas de agua en el agua en el hielo? Dibújalo.

Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas de agua en el agua líquida? Dibújalo.

Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas del agua en el vapor agua? Dibújalo.

EXPLICACIÓN

Después de la simulación que has visto *¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que ocurrió con las moléculas de agua? (Escribir individualmente y luego lo discutimos en grupo.)*

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

Aquí puedes anotar cómo ha cambiado tus ideas después de la discusión.

1.3 ACTIVIDADES DE AULA

ACTIVIDAD 1: "¿Qué se esconde en cada bolsa?"

1) *Intención educativa*

El objetivo de esta actividad era que los estudiantes fuesen capaces de identificar y describir propiedades de los diferentes estados de la materia desde un punto de vista macroscópico.

2) *Materiales:*

-3 bolsas tipo ziplock.

-Piedras, agua coloreada.

3*) Temporalización:* 50 minutos

4) Descripción de la actividad:

Se comenzó la sesión invitando a todos los alumnos a que nos explicasen qué era para ellos un o una científica con frase como "Una científica es…".

A continuación, se les dijo que en esta sesión ellos iban a convertirse en científicos y que una de las tareas más importantes de los profesionales de la ciencia era observar y clasificar. Utilizamos la analogía de un armario desordenado en el que observando con atención íbamos a ordenar la ropa. Mostraron sus criterios de selección.

Una vez involucrados, les explicamos que ahora íbamos a clasificar la materia en sus tres estados que todos identificaron como sólido, líquido y gas.

En grupos de cuatro, nombraron un portavoz que explicase sus conclusiones y se les fueron pasando alternativamente tres bolsas opacas y cerradas: Una con piedras, otra con agua coloreada y otra con aire.

En dos de los grupos había estudiantes Sordos junto con oyentes. Los grupos fueron creados por las profesoras.

Con cada una de las bolsas les íbamos preguntando cuestiones como:

- *¿Cambia su forma?*
- *¿Ocupa espacio?*
- *¿Pesa?*
- *¿Es duro?*
- *¿En qué estado creéis que está la substancia que está dentro de la bolsa?*
- *¿En todas las bolsas hay alguna substancia?*

Paralelamente, se iba apuntando en la pizarra las respuestas de cada grupo y después de

que cada grupo había experimentado con cada una de las bolsas, encima de la mesa intentamos poner su contenido en una taza, abrimos una esquina de la bolsa y preguntábamos si el contenido iba a deslizarse por la mesa. Finalmente, y encima de la lista vertical de las propiedades que habían descrito para cada bolsa en la pizarra, consensuábamos sus propiedades como sólido, líquido o gas.

A continuación, nos detuvimos en las respuestas a las preguntas sobre su peso y sobre la ocupación de espacio, para repasar los conceptos de masa y volumen.

Escribimos en la pizarra, al lado de las columnas de respuestas "*Toda la materia tiene masa y volumen. La masa y el volumen son dos propiedades de la materia.*"

ACTIVIDAD 2: "Jugamos con las moléculas"

1) *Intención educativa:*

- Que los estudiantes visualizasen el modelo de partículas y fuesen capaces de construir modelos que explicasen los tres estados de la materia.

2) *Materiales:*

- Canicas.

-Bote de cristal.

3) *Temporalización*: 40 min

4) *Desarrollo de la actividad:*

Para iniciarlos en el movimiento de las partículas introdujimos canicas iguales en un bote de cristal y les animamos a que nos dijesen cómo representaríamos un modelo que explicase con canicas las propiedades de los tres estados de la materia que habían descrito anteriormente.

Comenzamos llenando todo el bote con canicas y les hicimos ver los huecos entre ellas. En todo momento se incidía en el movimiento de las canicas. En gran grupo fueron indicándonos que quitásemos canicas para describir el estado sólido y en el estado gas les indicamos que había menos moléculas ocupando el mismo espacio pues sus sugerencias eran que las quitásemos todas.

A continuación, se les explica que todas las substancias están formadas por partículas muy pequeñas que se llaman moléculas y que se disponen de forma diferente en cada uno de los tres estados de la materia.

ACTIVIDAD 3: "Somos Moléculas"

1) *Intención educativa:*

Que los y las alumnas comprendan la relación entre la temperatura y estados de la

materia y visualicen el movimiento de las partículas.

2) *Temporalización*: 20 min

3) *Descripción de la actividad:*

En tercer lugar, los invitamos, a que representasen una pequeña secuencia teatral en que cada uno de ellos era una molécula y la profesora les iba a aportar o retirar energía. Todos los alumnos se pusieron de pie en el aula y los animamos a que escenificasen con sus desplazamientos lo que ocurriría si la profesora les suministraba o retiraba "poca energía" y cuando aportaba o retiraba "más y más energía" y que lo relacionasen con los distintos estados de la materia. La profesora también participó en la escenificación.

Por último, relacionaron esta dramatización con el estado líquido, sólido y gas y las propiedades que habían descrito.

ACTIVIDAD 4: Visualización del material multimedia "Los cambios de estado del agua"

1) *Intención educativa*

Que las y los estudiantes consolidasen lo aprendido a través de simulaciones, animaciones y de las explicaciones de la investigadora.

2) *Materiales:* Multimedia *"Los cambios de estado del agua* "diseñado y elaborado para la experiencia.

3) *Temporalización*: 10 min.

4) *Desarrollo de la actividad*

Las y los estudiantes visualizaron en la pizarra digital el material multimedia elaborado para la experiencia, que se describe en el Capítulo 8 de esta tesis.

El material multimedia explica de forma muy visual e interactiva lo que ocurre en los cambios de estado. La unidad multimedia en vídeo cuenta con imágenes, subtítulos, una intérprete y simulaciones del cambio de estado.

Podían elegir entre tres opciones de visualización: la investigadora en el centro de la pantalla y en grande y la intérprete en un lateral en menor tamaño, al contrario, y sólo la intérprete. Se les fue preguntando que opción elegían para visualizarlo.

En el caso del colegio B, el grupo con dos niños Sordos tenía a su disposición un ordenador para cada uno con el objetivo de poder registrar sus movimientos y elecciones en la pantalla. En el centro D, el material se proyectó en la pizarra digital del aula y se consensuó entre todos, la forma de visualizarlo.

1.4. CUESTIONARIO CONDENSACIÓN EN UN BOTE (EC2)

Imagina que quitamos una lata de refresco de la nevera. Al poco rato comienzan a verse en la lata unas gotitas:

1- ¿De qué son esas gotas qué aparecen la lata?

2- ¿De dónde viene esas gotas que ves en la lata?

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

2- ¿CAMBIOS FÍSICOS O QUÍMICOS?

2.1. ACTIVIDAD: COMBUSTIÓN DE UNA VELA

PREDICCIÓN

Vamos a encender una vela y taparla con un vaso **¿Qué crees que va a ocurrir? Dibújalo**

- ¿Por qué crees que ocurrirá lo que has predicho?
- **¿Por qué**?

OBSERVACIÓN

- Anota lo que observas cuando tapamos la vela encendida. ¿Qué ha ocurrido?
- Nos fijamos en el vaso. ¿Qué hay en sus paredes?

EXPLICACIÓN

¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que acabas de ver?

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

¿Cómo lo explicarías si fueses un profesor/a de ciencias?

Aquí puedes anotar cómo ha cambiado tus ideas después de la discusión.

2.2 ACTIVIDADES DE AULA

ACTIVIDAD 1: Visualización del material multimedia "La Combustión"

1) *Intención educativa*

Que las y los estudiantes consolidasen lo aprendido a través de simulaciones, animaciones y de las explicaciones de la investigadora.

2) *Materiales:* Multimedia "*Combustión de una vela*" diseñado y elaborado para la experiencia.

3) *Temporalización*: 10 min.

4) *Desarrollo de la actividad*

Las y los estudiantes visualizaron en la pizarra digital y en los ordenadores de aula el material multimedia elaborado para la experiencia, que se describe en el Capítulo 8 de esta Tesis.

El material multimedia explica de forma muy visual e interactiva lo que ocurre en una combustión. La unidad multimedia en vídeo cuenta con imágenes, subtítulos, una intérprete y simulaciones del cambio de estado.

Podían elegir entre tres opciones de visualización: la investigadora en el centro de la pantalla y en grande y la intérprete en un lateral en menor tamaño, al contrario, y sólo la intérprete. Se les fue preguntando que opción elegían para visualizarlo.

2.3. ACTIVIDAD: ¿SON CAMBIOS FÍSICOS O QUÍMICOS?

1-Rodea con un círculo la respuesta que consideras correcta.

1.1-Se trata de un:

- Cambio químico
- Cambio físico
- Ambos
- No hay cambio físico ni químico

1.3-Pongo hielo en un vaso con leche.

Se ha producido un:

- Cambio químico
- Cambio físico
- Ambos
- No hay cambio físico ni químico

1.4- Lo que le ha pasado a la tostada es un:

- Cambio químico
- Cambio físico
- Ambos
- No hay cambio físico ni químico

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1.4 Rodea con un círculo los casos en que haya un cambio químico y con un cuadrado donde haya un cambio físico.

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANEXO 6: CUESTIONARIOS Y ACTIVIDADES DE AULA EN SECUNDARIA (EC3)

1- ACTIVIDAD LOS CAMBIOS DE ESTADO DEL AGUA

1.1. CUESTIONARIO POE CAMBIOS DE ESTADO DEL AGUA (EC3)

PREDICCIÓN

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

OBSERVACIÓN

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

Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas de agua en el agua en el hielo? Dibújalo.

Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas de agua en el agua líquida? Dibújalo.

Si lo viésemos con muchísimos aumentos ¿Cómo te imaginas las moléculas del agua en el vapor agua? Dibújalo.

EXPLICACIÓN

Después de la simulación que has visto *¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que ocurrió con las moléculas de agua? (Escribir individualmente y luego lo discutimos en grupo.)*

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

Aquí puedes anotar cómo ha cambiado tus ideas después de la discusión.

2. ACTIVIDAD: REACCIONES QUÍMICAS

2.1. COMBUSTIÓN DE UNA VELA

PREDICCIÓN

Vamos a encender una vela y taparla con un vaso **¿Qué crees que va a ocurrir? Dibújalo**

- **¿Por qué**?

OBSERVACIÓN

- Anota lo que observas cuando tapamos la vela encendida. ¿Qué ha ocurrido?
- Nos fijamos en el vaso. ¿Qué hay en sus paredes?

EXPLICACIÓN

¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que acabas de ver?

¿Cómo lo explicarías si fueses un profesor/a de ciencias?

Aquí puedes anotar cómo ha cambiado tus ideas después de la discusión.

2.2. DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DEL AZÚCAR

PREDICCIÓN

El azúcar que usamos en los postres, está hecho de carbono, oxígeno e hidrógeno. Su fórmula es $C_{12}H_{22}O_{11}$ **¿Qué creéis que ocurre cuando quemamos azúcar?**

- **¿Por qué**?

OBSERVACIÓN

- Anota lo que observas cuando quemamos el azúcar. ¿Qué ha ocurrido?
- Nos fijamos en el tubo de ensayo. ¿Qué hay en sus paredes?

EXPLICACIÓN

¿Ha cambiado el azúcar?

¿Cómo le explicarías a un niño pequeño lo que acabas de ver?

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

Aquí puedes anotar cómo ha cambiado tus ideas después de la discusión.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANEXO 7: EJEMPLO DE AUTORIZACIÓN EN LOS CENTROS EDUCATIVOS

ACTIVIDAD	Experiencia didáctica tesis doctoral	LUGAR	Aula
FECHA		HORARIO	

D./Dña._____

_____, con DNI _____, como

Padre/Madre/Tutor del alumno

_____,

menor de edad y con DNI _____, **AUTORIZO**

La grabación de mi hijo/a para facilitar la transcripción de la experiencia didáctica que se desarrolla en la investigación del Departamento de Ciencias Experimentales y Matemáticas de la USC. Esta grabación no será expuesta públicamente y será tratada como datos anónimos en la investigación que estamos desarrollando con el fin de proponer secuencias didácticas en ciencias que atiendan a la diversidad de los alumnos.

En la transcripción de la grabación se respetará el anonimato de los alumnos/as.

ANEXO 8: EJEMPLODE DE AUTORIZACIONES A LOS AUTORES DE MATERIALES

Estimados señores,
me dirijo a ustedes para solicitarles permiso para reproducir una parte de los materiales que han publicado en Internet con fines exclusivamente ligados a la presentación de mi tesis doctoral "Comunicación y aprendizaje de las ciencias con estudiantes sordos: la materia y su transformación que presento el 25 de octubre en la Universidad de Santiago de Compostela.
Como parte de las experiencias de tesis hemos elaborado un material didáctico adaptado a este colectivo de estudiantes en el que hemos incrustado la simulación en un vídeo didáctico como pueden ver en:
http://agua.fernandowirtz.com/story.html

Agradeciendo de antemano su colaboración se despide atentamente
Susana Vázquez Martínez.

Dear Sir/Madam,

I am a doctoral candidate at the University of Santiago de Compostela. I would like to ask for your permission to reproduce part of the materials you have published on the internet in the presentation of my doctoral thesis "Comunicación y aprendizaje de las ciencias con estudiantes sordos: la materia y su transformación" (Science communication and learning in deaf students: matter and its transformation) which I will be presenting on the 25th of October of this year.
In the design and as an example of the adapted materials used for the deaf student collective, we have used some sections of your video materials as you can see in:
http://agua.fernandowirtz.com/story.html
http://combus.fernandowirtz.com/story.html

Thanks in advance,
Regards,
Susana Vázquez Martínez

ANEXO 9: Proceso de elaboración del material multimedia diseñado para esta investigación

1- Materiales empleados

Material empleado en el proceso de preproducción, rodaje y postproducción

Grabación de audio:

- *Grabadora*

Grabación de vídeo:

- Para la grabación se usó una cámara Panasonic FZ 45
- Ipad de 4ª generación
- Tarjetas SD y micro SD clase 10
- Go pro Hero 3

Grabación de audio:

- Micrófono direccional Hahnell MK200
- Micro de solapa lavalier Audio-Technica ATR-3350 con extensión de cable de 6 metros.
- Adaptador de cámara de Lightning a USB

Trípodes y soportes:

- Trípode Giottos MT8361B
- Trípode Velbon Vip II
- Rótula Manfrotto 494RC2
- Soporte para Ipad Grifiti Nootle

Zona de grabación:

- Recinto acústicamente favorable
- Escenario “Green Screen”
    - Tela opaca de color verde 7 x 3 m
    - 7 m de velcro autoencolante
    - Grapadora
    - Grapas

Aplicaciones

Apps IOS

- Prompter Duo

Material empleado en el proceso de vídeo producción y diseño multimedia

Hardware:

- Portátil Asus i7- 2,4Ghz- 8 gb RAM DDR3
- Pantalla secundaria HP

Software PC:

- Camtasia Studio
- Articulate Storyline
- Microsoft Power Point 2013

Páginas web:

Imágenes: https://search.creativecommons.org/

Animaciones:

1. Estados de la materia: http://goo.gl/N0hiBm
2. Simulación cambios de estado del agua: http://goo.gl/k5x5h9
3. Refencias al modelo de partículas: Distintas secciones de vídeos de Molecullariun´s Chanel en Youtube: https://goo.gl/KRLcSe
4. Combustión del metano: http://goo.gl/YUtg5K

Recursos empleados para la distribución de los vídeos didácticos

Webs:

- YouTube
- Servidor IES Fernando Wirtz Suárez

Hardware:

- Pen drive 3.0 32 Gb con Linux Mint
- Ordenadores abalar con maqueta 4.0 en el centro C.
- Pizarra digital del aula de 6º B de los centros B, C y D.
- Ordenadores portátiles del centro B, con ordenadores Optiplex 740, 745, Compaq y HP. Sistemas operativos Windows XP, Windows 7 y Windows 8

Recursos empleados para la captura en vídeo de pantalla y análisis estadístico de datos

- Morae recorder y Morae manager (*Morae*, 2015)
- SimpleScreenRecorder

2- Proceso de grabación

El equipo de grabación utilizado fue:

1. iPad con la aplicación Touchcast y con adaptador USB para cámara.
2. Cámara Nikon 5100 + objetivo Nikon 18-55 + iPad con la app prompter duo+ micrófono externo.

Los parámetros propuestos para la cámara réflex Nikon 5100 son: f 4, ISO 200 y temperatura de color automática. Se jugó durante los diferentes días con la compensación de la exposición. La grabación que hace la cámara es MOV con calidad 1080 p (30, 25 y 24 fps).

Con esta configuración se decidieron probar dos micrófonos:

- Micrófono unidireccional Hahnell MK200
- Micrófono de solapa Audio-Technica ATR-3350 con 6 m de cable.
- Se introduce también una aplicación gratuita del App Store, llamada Prompter Duo, que permite cambiar el tamaño y fuente del texto, invertir la proyección del texto, color de fondo y velocidad a la que pasa el texto. Un teleprompter es un dispositivo electrónico que refleja el texto de una noticia sobre un cristal transparente situado en la parte frontal de una cámara. Esto permite al orador no utilizar un guión en papel y simplemente mira a la cámara.

El iPad va montado sobre soporte Grifiti Nootle fijado a trípode con rótula.

Una vez colocado el iPad sobre el soporte se gira de manera que quede entre 30-45º respecto el objetivo de la cámara y de manera que quede por debajo de este. La cámara se fija a un trípode secundario.

3. Cámara Panasonic FZ 150 + micro externo + teleprompter

Con esta cámara de tipo bridge se montan idénticas configuraciones que con la cámara réflex anterior, tanto de micro como de prompter. Se graba en modo automático y en formato MP4 a calidad 1080p.

Postproducción

En primer lugar, se realizó el volcado de los materiales al ordenador y se hizo una copia de seguridad de los mismos en un disco externo. A continuación, se visualizó el material y se seleccionaron las tomas válidas.

Antes de la edición y el montaje, se hicieron dos copias de seguridad, una en un disco duro externo físico y otra en una cuenta en la nube de Google Drive.

Para la edición y producción de los vídeos se usó Camtasia Studio, un software para crear tutoriales en vídeo. Permite realizar presentaciones capturando la pantalla directamente vía screencast o editar vídeos que se importan a su librería.

Camtasia studio está formado por dos componentes principales:

1. Camtasia Studio Recorder permite grabar el audio al mismo tiempo que se captura en vídeo la pantalla, por lo que el relator puede capturar una narración a viva voz durante una demostración o presentación. También permite la adición de subtitulado o de nuevas narraciones durante la postproducción.
2. Camtasia Studio editor permite importar objetos multimedia de diferente formato en su librería de recursos para poder usarlos en el proceso de edición. El editor está formado por una línea de tiempo al que se le pueden agregar múltiples capas en las cuales se disponen los recursos multimedia. Se le pueden añadir superposiciones de diferente naturaleza; como cuándo y cómo mostrar el cursor, efectos de zoom y alejamiento, llamadas de atención.

Edición de los vídeos

Durante el proceso de edición de los vídeos, se comenzaba situando en la pista inferior el vídeo o imagen de fondo, luego el audio y en las pistas superiores se colocaban los apoyos visuales.

La primera pista a editar fue siempre la del profesor y se ordenan las diferentes tomas para que tengan coherencia narrativa, eliminando cortar elementos que ensucian el discurso como respiraciones, tos, o coletillas (Pb-assets.tedcdn.com, 2015). Entre los cortes se introdujeron transiciones cuando fue preciso.

A continuación, se realizó una selección manual de ejemplo de ruido en el audio para aplicarle a todas las pistas un filtro automático que elimina el ruido ambiental y hace la pista de audio más limpia.

Una vez editados los vídeos de profesor e intérprete se subieron a un canal YouTube. Estos vídeos son la base para el diseño multimedia que se convertirán en interactivos posteriormente en la siguiente fase.

Como fondo se seleccionó una plantilla de Microsof Office Power Point (Templates.office. com, 2015) de aspecto neutro que permite descontextualizarlo del aula.

En el proceso final de randerizado y exportación de cada uno de los vídeos, se escogió el formato de vídeo en MP4 con el Códec H264 con perfil alto y nivel automático, una resolución HD de 1280x720, calidad de la imagen al 75%, frame rate automático, keyframe de 5 segundos y una calidad de audio de 192 kbps.

Por último, se montaron los hipervídeos

El último paso fue montar el hipervídeo.

Para el montaje multimedia se empleó el software Articulate Storyline, útil para para crear historias, animar contenidos y desarrollar interactividad usando todo tipo de multimedia.

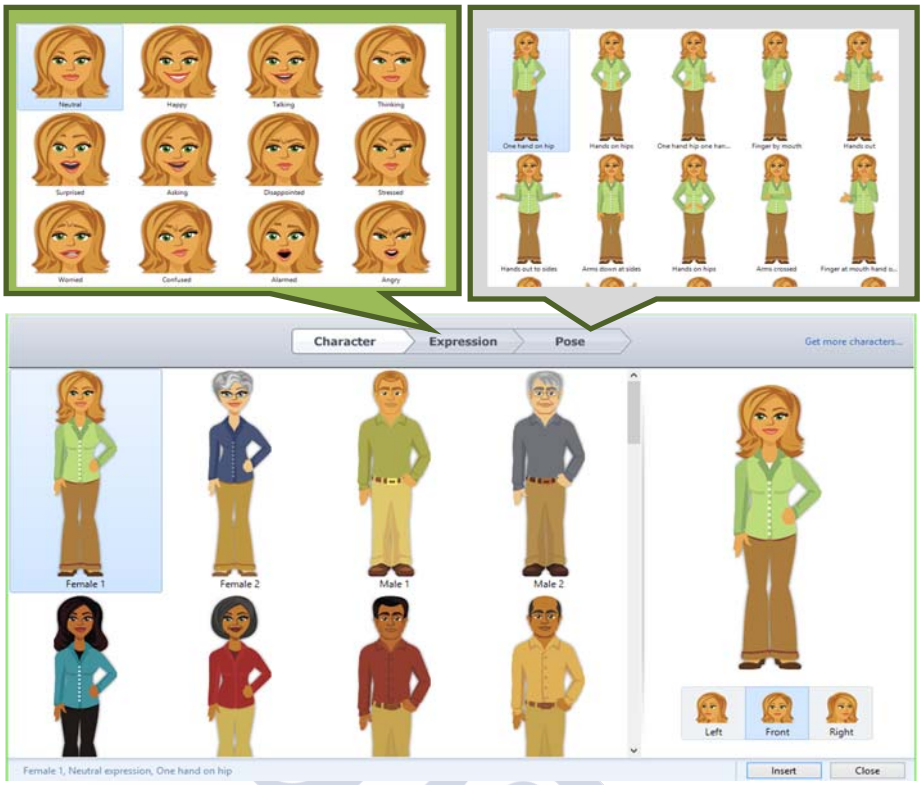
El programa nos permitió crear un menú para que los y las estudiantes puedan navegar a través de él en busca de un capítulo concreto, el glosario, seleccionar zonas activas que permitan parar la reproducción, abrir el navegador para lanzar una dirección HTML o saltar a otros puntos de la línea de tiempo.

En el caso de los subtítulos, se les habilitó un buscador para hacer búsquedas a través del texto, indicando en qué puntos del vídeo aparece el término. De esta forma los alumnos pueden pincharlo y acceder a ese momento exacto.

Además Articulate Storyline, ofrece la posibilidad de insertar cuestionarios de diferente tipo: verdadero/falso,respuesta múltiple, respuesta corta, ordenamiento, arrastrar y soltar o señalar. Permite configurar la ponderación de las evaluaciones, hacerlas aleatorias o crear bancos de preguntas. Los cuestionarios se pueden configurar de manera que cada vez que se realizan las preguntas son escogidas aleatoriamente de un banco de preguntas predefinido. De esta manera se pueden realizar cuestionarios que varían cada vez que se entre de nuevo en ellos.

Nuestra intención es editar, en el futuro próximo, unidades didácticas multimedia con otras utilidades para el alumno y el profesor que se puedan integrar en la enseñanza de las ciencias a alumnado Sordo y a todos y todas las estudiantes del aula inclusiva.

Articulator cuenta con una colección de caracteres fotográficos e ilustrados, escoger pose, expresión o estado de ánimo.



Una descripción exhaustiva de su funcionamiento puede verse en De Toro (2015)

Una vez editado el contenido se exportó en formato, SCORM 2004,

De esta manera se crearon los diferentes apartados que se describen en el apartado descriptivo de la unidad didáctica.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANEXO 10: CUESTIONARIO MATERIALES MULTIMEDIA

Aprendizaje con materiales interactivos

Este cuestionario nos ayudará a saber si este tipo de materiales te ayuda en tu aprendizaje. Antes de responder, reflexiona sobre la respuesta. Muchas gracias por tu ayuda.

Colegio
Edad
Sexo

- o ☐ Hombre
- o ☐ Mujer

Experiencia en e-aprendizaje

1- ¿Que dispositivos digitales usas habitualmente?

Marca todos aquellos que utilizas a menudo

- o ☐ Consola de vídeojuegos.
- o ☐ Portátil.
- o ☐ Ordenador de sobremesa.
- o ☐ Smartphone.
- o ☐ Smartphone con tarifa de datos.
- o ☐ Reprodutor de vídeo/DVD/Blu-ray/laser disc.
- o ☐ Tableta.
- o ☐ Otro:

2-Experiencia usando internet

- o Casi nunca uso Internet.
- o Uso Internet a menudo.
- o Uso mucho Internet.

3- ¿Has utilizado alguna vez unidades didácticas o contenidos educativos en ordenadores, tablets o móviles?

- o Nunca.
- o Poco.
- o Bastante.
- o A menudo.

Satisfacción

4-Me ha gustado utilizar este tipo de material

- Nada.
- Poco.
- Bastante.
- Mucho.

5- Estoy satisfecho con las opciones que me ofrecen las unidades

Glosario, vídeos, subtítulos

- Nada
- Poco
- Bastante
- Mucho

Utilidad

6-Creo que este tipo de material me ayuda a comprender mejor los contenidos

- Nada.
- Poco.
- Bastante.
- Mucho.

7- ¿Creo que este tipo de material se adapta a mis necesidades

- Nada.
- Poco.
- Bastante.
- Mucho.

8-Sobre tener al intérprete en la pantalla

- Prefiero que no aparezca.
- No me molesta. pero no me ayuda.
- Me ayuda un poco.
- Me ayuda mucho a comprender lo que dice la profesora.

9- Creo que el glosario de términos me ayuda a comprender mejor los contenidos

- Nada.
- Poco.

- Bastante.
- Mucho.

10- Incluir animaciones y simulaciones me ayuda a comprender los contenidos

- Nada.
- Poco.
- Bastante.
- Mucho.

Intención

11-Me gustaría poder utilizar este material en otras materias de clase

- Sí.
- No.

12-Utilizaría este tipo de materiales para estudiar en casa

- Nunca.
- Alguna vez.
- A menudo.
- Siempre.

Eficacia

13-Creo que estos materiales son muy útiles para mi aprendizaje.

- Nada.
- Poco.
- Bastante.
- Mucho.

14- Creo que los materiales de este tipo me ayudan a comprender mejor las explicaciones de mi profesora

- Nada.
- Poco.
- Bastante.
- Mucho.

15- Estos materiales me motivan a aprender cuestiones relacionadas con la ciencia

- Nada.
- Poco.

- Bastante.
- Mucho.

Instrucción multimedia

16-Estoy satisfecho con las funciones que me ofrece este material

Glosario, animaciones, subtítulos, intérprete…

- Nada.
- Poco.
- Bastante.
- Mucho.

17- Me gusta poder elegir distintas opciones para las explicaciones

- Nada.
- Poco.
- Bastante.
- Mucho.

18-He elegido el vídeo donde

- La profesora es la protagonista principal y aparece una intérprete.
- La intérprete es la protagonista principal y aparece una profesora.
- Aparece sólo la intérprete.

¿Por qué?

19- Utilicé la opción de subtítulos

- Sí.
- No.

¿Por qué?

20- Utilicé la opción de hacer más lento la charla

- Sí
- No

¿Por qué?

Facilidad de uso

21- Me ha resultado fácil usar estos materiales

- Nada
- Poco
- Bastante
- Mucho

22- Navegar por los distintos apartados de los materiales ha sido

- Muy difícil, necesitaría de ayuda cada vez que lo usara.
- Con una pequeña ayuda al principio ya sabría usarlos siempre.
- No me han hecho falta instrucciones previas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANEXO 11: Transcripciones

TRANSCRIPCIÓN ENTREVISTA INICIAL EC2: CENTRO EDUCATIVO D		
1 D	E	María, ¿tú símbolo es este?(*Signa).*
2 D	M	Sí (*Sonríe).*
3 D	E	Vamos a pensar en los cambios de estado del agua, es decir, cuando el agua pasa de hielo a líquido, o de líquido a vapor. La primera pregunta dice: Cuando el agua hierve aparecen burbujas en el agua. Pensad bien
4 D	M	Sí, si
5 D	E	¿De qué pensáis vosotros de que están hechas esas burbujas? De aire, de vapor, de calor, de oxígeno e hidrógeno?
6 D	A	Yo puse de oxígeno e hidrógeno
7 D	E	De oxígeno e hidrógeno. ¿Y por qué? Puedes escribirlo en el papel.
8 D	A	*(Silencio).*
9 D	E	De oxígeno e hidrógeno. ¿Separados? ¿Piensas?
10 D	A	Ehhh.., *(Expresión de duda)*
11 D	E	¿Cuáles son de oxígeno y cuáles son de hidrógeno? ¿Son distintas burbujas?
12 D	A	De oxígeno.
13 D	E	¿Las burbujas son de oxígeno? Pues lo ponemos ahí porque ¿ tú crees que son de oxígeno?, ¿ no?
14 D	A	Sí.
15 D	E	Explica un poquito porqué lo crees.
16 D	M	Son de calor, porque hierve.
17 D	E	De calor, porque hierve. Fenomenal. ¿Nos lo explicas?
18 D	M	Es así.
19 D	E	¿Sabéis qué? Todos los niños piensan lo mismo en todo el mundo. Es muy curioso
20 D	M	*(Sonríe).*
21 D	E	La segunda pregunta dice, imaginaros que colocamos vasos o platos mojados encima del fregadero y pasados unos minutos se secan ¿No? ¿Qué sucedió con esa agua?, ¿entró en la bandeja donde estaban metidos los platos?, ¿se secó y desapareció?, ¿se transformó en oxígeno e hidrógeno en el aire ?, ¿o entró en el aire como si fueran muy pequeños trocitos de agua?
22 D	M	Sale volando.
23 D	E	Sale volando. ¿Quieres decir entró en el aire? ¿Qué respuesta se adapta más a lo que tú crees?
24 D	I	Espera, que se lo vuelvo a repetir.
25 D	E	¿ Y tú Alberto qué crees?
26 D	A	No se … Se seca y desaparece.
27 D	E	Se seca y desaparece… ¿Se fue …?
28 D	A	Entra en el aire como si fueran pequeñísimos trozos de aire.
29 D	E	*(Para relajar el ambiente)* Tú crees eso. Es complicado ¿verdad? Son cosas que pasan todos los días, pero no, no sabemos por qué. Tienes duda ahí.
30 D	A	Es el d.
31 D	E	Y ,¿Por qué te decidiste por el d y no porque se seca y desaparece?
32 D	A	No sé…
33 D	E	Te suena más el d pero podrías haberte decidido por el b y te daría igual?
34 D	A	Sí, sí es el d.
35 D	E	El d. Pues ponlo ahí si quieres. Y yo ahora te pregunto ¿Por qué elegiste el d y no el b? Piensa, a ver..
36 D	A	*(Mueve los hombros).*
37 D	E	¿Qué piensas tú María?
38 D	M	Entra en el aire, como las partículas.
39 D	E	Entra en el aire, como las partículas.
40 D	M	Sí, sin duda. *(Empieza a leer la tercera pregunta).*
41 D	E	Esta ya es mucho más difícil, la tercera.
40 D	E	Alberto, ¿tú te decidiste porque la b o la d?
42 D	A	Es que… es como si se evaporase. No sé…
43 D	E	Como si se evaporase…entonces, a lo mejor no desaparece… ¿ No?
44 D	A	Sí.

45 D	E	Se evapora, pasa para el aire. Pues eso es a lo mejor lo que te ha hecho decidir entre el b y el d.
46 D	A	*(Asiente)*
47 D	E	Fenomenal. Mirad, la tercera pregunta es un poco difícil. Aunque lo habéis visto muchas veces también en vuestra clase, cuando, por ejemplo, hace mucho calor dentro de clase y frío fuera, por la parte de dentro de la ventana, aparecen gotitas ¿Verdad? Pues aquí nos pregunta algo parecido. Imaginaos que ponemos cubitos de hielo en un bote. Lo tapamos. Secamos la parte exterior del bote y no hay nada de humedad ahí, pero, al cabo de quince minutos empieza a aparecer agua alrededor del bote, por la cara externa. ¿Verdad? Nos pregunta: ¿De dónde viene el agua que aparece en esa superficie? ¿De dónde viene? ¿Del hielo fundido que estaba dentro y que atravesó el cristal? Debido a que con el frío el oxígeno y el hidrógeno forman agua y se ponen en la pared?, ¿a que el agua del aire se pega en la pared del bote?, o a que el frío pasa a través del vidrio y se vuelve agua?
48 D	M	Dímelo otra vez. *(La intérprete signa de nuevo la pregunta y las respuestas).*
49 D	A	El d, es el d.
50 D	E	¿Por qué piensas que es el d?
51 D	A	No sé explicarlo.
52 D	E	Eso nos pasa a todos. También a los mayores. Tú piensas que el frío pasó a través del vidrio y se volvió agua
53 D	A	O el b...
54 D	E	El b: Debido al frío el oxígeno y el hidrógeno forman agua. ¿Por qué no el a ni el c?
55 D	M	El d.
56 D	E	(*Hacia María)* ¿Por qué la d y no las otras respuestas?
57 D	M	Por el frío del bote y luego se convierte en agua.
58 D	E	Porque el frío del bote se convierte en agua. Y tú Alberto, ¿qué opinas?
59 D	A	(*Silencio).*
60 D	E	Tienes dudas…
61 D	A	(*Silencio).* Es así como yo pongo.
62 D	E	¿Os gusta Coñecemento?
63 D	M	Me gusta mucho.
64 D	A	Asiente.
65 D	E	¿Y qué es lo que más os gusta?
66 D	M	Coñecemento del medio me gusta. Me gusta tener amigos.
67 D	E	Te gusta conocer los animales, las plantas?
68 D	M	Me gusta hacer los experimentos.
69 D	E	¿Hacéis muchos experimentos?
70 D	M	Sí, muchos.
71 D	A	Yo elijo el d *(No explica de nuevo porqué).*
72 D	E	Ajá. El d como María….
72 D	E	No es importante si se acierta o no se acierta, sino lo que uno piensa.¿ No?

TRANSCRIPCIÓN ENTREVISTA INICIAL EC2: CENTRO EDUCATIVO A		
1 A	E	Hola chicos, antes de ir al centro B, vamos a contestar a unas preguntas. Pero no es un examen, simplemente nos gustaría saber lo que pensáis. ¿Os parece bien?
2 A	N	Síii (*Sonríen).*
3 A	E	Me podéis preguntar, eso no lo entendí o que quiere decir aquí …o preferís que lo leamos. Lo que decidáis.
4 A	P	Aquí pone rodea, ¿no? *Rodea inmediatamente).*
5 A	E	Rodea. Sí. Hay que rodear lo que tú crees que es correcto, pero mejor pensarlo un poco antes, y después rodeáis. *(Leen la pregunta y responden).*
6 A	E	¿No tenéis ninguna duda en la primera? Hay que explicar por qué, porque elegiste esa.
7 A	P	¿Dónde lo pongo? ¿Aquí?
8 A	E	Sí. Pusiste que estaban hechas de vapor. ¿ Por qué crees tú que están hechas de vapor?
9 A	P	*Mira con cara de no entender.*
10 A	E	Ves aquí que pone: "*Explica tu elección*" …. Con vuestras palabras, porque sí, porque creéis que está …
11 A	N	*(Dirigiéndose a Pedro)* Que lo expliques con tus propias palabras *(Habla y signa).*
12 A	E	Por qué
13 A	N	Porque hace mucho calor.
14 A	E	Porque hace mucho calor. ¿Tú también piensas que es por eso Pedro?
15 A	P	Sí, yo como él.
16 A	E	Entonces, si hace mucho calor, ¿hay vapor como ponéis ahí?
17 A		Silencio
18 A	P	(Dirigiéndose a Nacho) Fíjate, (señala el dibujo). Si esto fuera…
19 A	N	Porque hay dentro un cocina, para encender un fuego y quemar esa agua y después se va para las nubes.
20 A	E	Ah… Tú ¿ cómo lo explicas?
21 A	N	Cuando hay calor… Es por el fuego que hace que salen burbujas y por eso son de vapor.
22 A	E	Y, por ejemplo, si no fuera agua, ¿De qué serían esas burbujas?, ¿De vapor también? Imagina que fuera leche… ¿De qué serían las burbujas?
23 A	N	Aire, saldría aire.
24 A	E	¿Pero saldrían burbujas también?
25 A	N	Sí. Si fuese leche saldría vapor, digo salen burbujas.
26 A	E	Muy bien. Entonces cambiamos de pregunta ¿Os parece? *(Leen)*
27 A	E	Si no entendéis algo me preguntáis.
28 A	E	Pedro contestó la c y Nacho contestó…
29 A	N	Entró en la bandeja.
30 A	E	Ahora hay que explicar porque entró en la bandeja. Pedro, por ejemplo, pensó que se transformó en oxígeno e hidrógeno en el aire y Nacho pone que entró en la bandeja. Explicadme por qué.
31 A	N	Pero, ¿qué significa bandeja?
32 A	E	¿Bandeja? El sitio donde fuiste colocando los platos. Poníamos los platos en una bandeja. ¿Te acuerdas?
33 A	N	Ya sé cómo explicar…Lo que pasa es que se seca, porque hay pequeños agujeros en la bandeja por eso gotea. *(Hace el signo de atravesar).*
34 A	E	Y entra por el ahí el agua.
35 A	E	¿Tú que piensas Pedro? Tu pensabas que salía fuera.
36 A	P	Fuera
37 A	E	*(Lee la respuesta) :*Tú pones, se transforma en oxígeno e hidrógeno
38 A	N	Pedro quiere decir: Por ejemplo el aire seca
39 A	E	¿ El aire…?
40 A	N	Sopla un plato mojado y sopla, sopla y lo seca
41 A	E	¿El aire lo seca? ¿Entonces elegimos la b o la c?
42 A	P	b
43 A	E	La b por lo que dices, es "se seca y desaparece "y esa es la b. Pero tú pusiste la c. ¿Cuál crees que es la mejor respuesta, ¿La b o la c? Piénsalo.
44 A	P	b

45 A	E	Pues si es la b, márcala.
46 A	E	¡Ah!… pones que entra en la bandeja. Cambiaste de opinión.
47 A	P	No.
48 A	E	Ya sólo nos queda la última preguntita para la entrevista. Esa es una pregunta más larga. (Leen y escriben).
49 A	E	Y ahora vamos explicar la respuesta. Nacho contestó la b.
50 A	N	No, la b.
51 A	E	La b. ¿ Por qué crees que es la b?
52 A	N	De tapar un tarro fuerte, empezó a hacer calor y es cuando se derrite el hielo y al final hubo agua.
53 A	E	Al final hubo agua
54 A	N	En los cristales.
55 A	E	Pero, ¿salió para fuera?
56 A	N	No, por dentro.
57 A	E	Fíjate en la pregunta pone "la cara exterior del bote", por fuera. ¿Cómo llegó fuera?
58 A	N	Salió agua , un poquito agua, para afuera.
59 A	E	¿ Cómo llegó a afuera si estaba dentro?
60 A	N	Atravesó por el cristal.
61 A	E	Pedro, tú pones: "Con el frío el oxígeno y el hidrógeno forman agua.
62 A	P	Sí.
63 A	E	Y, ¿Dónde forman agua? ¿Fuera?
64 A	P	No, dentro.
65 A	E	Pero aquí te dice que lo forman en la pared de fuera. Ves que pone: *"en la cara exterior"*
66 A	P	¡Ah!
67 A	E	Por fuera del bote. ¿Puede ser eso lo que tu pienses ?
68 A	P	No sabía eso era también exterior. *(Marca la respuesta a).*
69 A	E	¿Es la a? ¿Y cómo salió fuera?
70 A	P	Dentro.
71 A	E	¿Está dentro? Y la cara exterior dónde está ¿dentro o fuera?
72 A	P	Fuera
73 A	E	*(Dirigiéndose a Pedro).* ¿Y cómo llegó el agua para afuera? Que es lo que le comentaba a Nacho, también.
74 A	P	Atravesando por el cristal.
75 A	N	Por el cristal, pasando por el cristal. Cuando bebemos coca cola, cuando hay frío pasa…y notamos húmedo.
76 A	P	No conozco.
77 A	E	¿No conoces? Por ejemplo imagina. Si ponemos aquí dentro hielo (*señala un vaso)*, tocas por fuera y está mojado.
78 A	N	¡Ay ¡Qué frío! *(Dramatiza.)*
79 A	N	Por ejemplo mucho frío y tocas y está mojado.
80 A	E	Eso, y ¿ Por qué hay agua ahí?
81 A	N	Porque los cristales. Hace muchísimo, muchísimo frío ahí dentro.
82 A	E	Vale, pero, ¿De dónde salió esa agua?
83 A	N	Del hielo que sale de agua. Los hielos estaban juntos en el cristal, derretía un poquito y comenzó a atravesar los cristales.
84 A	E	¿Os parece? ¿Atravesó el cristal?
85 A	P	No
86 A	E	Entonces ¿De dónde vino?
87 A	P	*(Silencio).*
88 A	E	Nunca pensamos en estas cosas ¿Verdad?
89 A	N	Ya.
90 A	E	Vamos a pensar *(Hay un silencio largo).*
100 A	E	Él (*Nacho)* dice que atravesó el cristal y tú *(Pedro)* dices que no. A ver …vamos a pensarlo. ¿Cuál de estas soluciones te convence más?
101 A	P	*(Silencio)* El agua se pega a la parte fría del bote.
102 A	E	¿El agua del aire? ¿El agua del aire que está fuera?
103 A	P	(*Asiente)*

104 A	E	Y la otra es *(Pedro había señalado dos),* el frío se vuelve agua.
105 A	P	Sí, es este.
106 A	E	Piensa, piensa, ...no te apures. ¿Cuál prefieres tú? ¿Cuál es la más parecida a la que tú piensas? A veces no pensamos en eso, en el agua, en el vapor de agua, su relación con el frío etc. Los mayores tampoco lo hacen… pero sólo queremos saber lo que tú piensas.
107 A	P	*(Escribe)*
108 A	E	El frío se volvió agua (*Lee la respuesta elegida por Pedro).*
109 A	N	*(Intenta explicar lo que ha puesto Pedro)* Y hielo, muchísimo frío, en un líquido, se vuelve dentro de agua.
110 A	P	No, por ejemplo, un humo, clase humo, después hace mucho frío y mojado.
111 A	E	¿ de dentro para fuera o al revés?
112 A	P	Fuera
113 A	N	*(Signa y habla)* Pedro, ¿desde dentro para afuera o desde afuera para adentro?
114 A	P	*(Signa)* De dentro para afuera.
115 A	N	Dice de dentro para afuera.
116 A	E	De dentro para afuera como decía Nacho. Muy bien, otros niños también piensan parecido. Nosotros queremos saber qué piensan los niños sobre esto. ¿A vosotros os gustan las ciencias?¿ Qué es lo que más os gusta de las ciencias?
117 A	P	¿Ciencias? ¿Qué es?
118 A	E	Coñecemento.
119 A	N	A mí me gusta Coñecemento. Aprender sobre cosas antiguas.
120 A	E	Y sobre animales…sobre el tiempo. ¿ Qué os gusta más de eso?
121 A	N	Me gustan los antepasados.
122 A	E	Y a ti, Pedro?
123 A	P	*(Pone cara de no saber de qué hablamos y guarda silencio).*
124 A	A	Pedro, ¿qué es lo te gusta más? Ciencia, por ejemplo (*dactilológico),* Coñe *(signo)* do Medio.
125 A	P	¿Qué es ciencia?
126 A	E	La Tierra, el Sol, los animales…
127 A	P	Los animales.
128 A	E	¡ Qué bueno!!

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

TRANSCRIPCIÓN GRABACIÓN AULA (EC2): CENTRO EDUCATIVO B. POE Cambios de estado del agua.		
1 B	E	Ahí nos pregunta. Vamos a poner hielos en un vaso de precipitados. Lo vamos a calentar, qué va a ocurrir y porqué. Cada uno puede contestar en este recuadro. Cada uno pensadlo primero y luego lo hablamos.
2 B	E	Pedro, aquí pone… *(Repite la pregunta).*
3 B	E	Acordaos que hay que poner qué va a ocurrir y por qué.
4 B	O1	¿Lo vas a dejar así hasta que se convierta en vapor?
5 B	A	Está caliente.
6 B	E	Sí, ahora pone 100ºC. Voy a apagarlo.
7 B	E	Pedro aquí pone ¿Qué va a ocurrir?
8 B	P	(*Lenguaje no verbal, levanta los hombros)* Y yo que sé!!
9 B	E	Cuando caliente lo hielos que va a pasar.
10 B	P	Después queda agua.
11 B	A	*(A los demás)* Esperamos a Pedro. ¿Pensabais que iba a pasar lo que visteis?
12 B	O1,A	Sí
13 B	E	Si lo viésemos con muchísimos aumentos: ¿Cómo serían las moléculas de agua en estado sólido, líquido, y gas?
14 B	N	O sea ¿derritiéndose?
15 B	E	No, no derritiéndose. Cuando estaba como hielo.
16 B	O2	Hago un dibujo pequeñito ¿Vale?
17 B	E	Ok.
18 B	E	(*Dirigiéndose a Pedro*) Fíjate, (*le repite la pregunta*).
19 B	P	¿Lo pongo aquí?
20 B	E	Sí, aquí pusiste el dibujo del hielo y aquí el del agua líquida. Si fuera líquido ¿cómo serían las moléculas? *(dirigiéndose a Pedro).*
21 B	N	Separadas.
22 B	E	¡Chissss! *(Risas).*Lo dibujamos.
23 B	O1	¡Viene una profe!!
24 B	E	¿Y si fuera, gas, vapor de agua? ¿Cómo haríais el dibujo?
25 B	E	Y ahora, fijaros lo que pone por atrás. Vamos a explicarlo, primero como se lo explicaríamos a un niño pequeño, a un hermano… y después cómo lo explicaríamos a un científico. ¿Os parece? *(Pide ayuda a la PLE que signa la pregunta a Pedro que signa bien la primera pregunta, pero en la 2º traduce: ¿Cómo lo explicarías a una persona mayor?)*
26 B	P	No comprendo…
27 B	E	(*Signa)* ¿ Cómo lo explicarías a un niño pequeño?
28 B	P	Entendí, difícil.
29 B	E	Después, ¿ Cómo lo explicarías si tú fueses un profesor, cómo lo explicarías a la clase?
30 B	P	*(Entendió).*
31 B	E	Pensad… No hay prisa, después lo comentamos entre todos.
32 B	O1	Explico lo que pasó
33 B	E	Sí, lo que crees que pasó.
34 B	O2	No entiendo muy bien las dos preguntas.
35 B	E	Por ejemplo, cómo harías para explicarlo a un niño pequeño y, cómo lo explicarías si fueses un profesor. ¿Cómo te lo explicaría tu profe? Por ejemplo, si tú fueras yo, ¿ Cómo lo explicarías?
36 B	O2	¡Ah, ya entiendo!
37 B	O1	Yo no sé muy bien cómo lo explicaría.
38 B	E	A lo mejor lo explicabas igual, o lo explicabas distinto….
39 B	O1	Yo lo explicaría igual.
40 B	E	Venga, ¿compartimos lo que pusimos? Por ejemplo Nacho, ¿Tú como lo explicarías a un niño pequeño?
41 B	N	*(Lee lo que ha escrito)* La moléculas de agua se juntan muchísimo cuando son de hielo, si están más separadas son líquido y si están casi juntas son de vapor.
42 B	E	¿Se lo explicarías así a un niño pequeño? ¿Y si fueras un profesor?
43 B	N	Se lo explicaría lo mismo.

44 B	E	*(* Dirigiéndose *a O2).¿* Tú también lo explicarías igual*?*
45 B	O2	Bueno, a un niño pequeño … (*Lee la respuesta*). De otra manera, más fácil.
46 B	E	¿Y si fueras un profesor?
47 B	O2	Lo mismo
48 B	O1	Yo también.
49 B	E	¿Y tú, Pedro? Lo mismo a un pequeño que a una profesora
50 B	P	Sí, lo mismo.
51 B	E	¿Estáis de acuerdo?¿ Discutimos nuestras ideas?
52 B	Alumnos	Asienten todos.
53 B	E	¿No cambiamos nada de lo que habíamos pensado?¿Estamos todos de acuerdo?¿ de verdad?
54 B	Alumnos	No tenemos nada que discutir...

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

TRANSCRIPCIÓN GRABACIÓN (EC2): CENTRO EDUCATIVO B ***Secuencia combustión de una vela.***		
55B	E	Mirad ahora vamos a hacer otro experimento. Diferente. No tiene que ver con el agua. Pero también vamos a hacer lo mismo. ¿Qué os parece que va a pasar? Lo observamos y lo explicamos ¿Vale?
56 B	N	Sí.
57 B	E	¿Mirad, ahora tenemos que estar muuuy atentos? Tengo aquí una vela. Pedro, tengo aquí una vela. La voy a encender y luego la voy a tapar con un vaso. Tenéis que escribir aquí (*Señala el recuadro)* y dibujar que es lo que va a pasar.
58 B	Todos	*(Escriben)*
59 B	O1	*(Se dirige a O2)* ¿Vas a dibujar?
60 B	O2	Sí.
61 B	E	Hay que dibujar. ¿Dibujamos ahí?
62 B	P	No entiendo.
63 B	E	Dibujamos
64 B	P	Pongo mojado y secado.
65 B	E	¿Por qué va a pasar? (….) Ponéis todos que se va a apagar. ¿Por qué se va a apagar?
66 B	Todos	*(Escriben)*
67 B	E	O1 aquí pone dibujar y porqué va a pasar.
68 B	O1	¡Ahhh!
69 B	E	Entonces lo dibujas y dices porqué crees que es. ¿Te animas?
70 B	O1	Sí
71 B	E	O1 ¿ Lo haces?
72 B	O1	Sí, sí. Estoy pensando.
73 B	E	Dibujas lo que crees que va a pasar. Vamos a esperar a que acabe Pablo.
74 B	P	*(Dirigiéndose a Álex)* ¿Qué hay que poner?
75 B	N	Explica.
76 B	E	*(Dirigiéndose a Pedro)* ¿ Esto que pones ahí es mojado?
77 B	P	Mojado.
78 B	N	Yo me callo
79 B	O2	Pongo la explicación y luego dibujo. ¿No?
80 B	E	Sí, como hizo O1. Pones lo que piensas que va a pasar y porqué y luego dibujas.
81 B	O2	Ok
82 B	N y P	*(Se ríen)*
83 B	E	*(Dirigiéndose a Pedro)* En este dibujo. (S*eñala su cuestionario)*¿Quieres decir que está encendido o no?
84 B	P	Sí
85 B	E	O1 ahora tienes que explicar por qué crees que pasa. Nacho ¿este dibujo significa encendido o apagado?
86 B	N	Apagado.
87 B	E	Pues indícalo porque luego no me acuerdo.
88 B	E	Entonces en el grupo hay dos que decís que se apaga y dos que decís que no se apaga. Venga, pues vamos a hacerlo. ¿Veis? A ver lo que pasa. Porque luego lo vamos a explicar en el cuestionario, lo que pasa.
89 B	P	Se puede mover y llueve. Cuidado(*se refiere a la alarma antihumos)*.
90 B	N	No hay, no hay *(Ríe).*
91 B	E	Voy ,voy.
92 B	O1	El vaso es bastante grande.
93 B	P	*(Dirigiéndose a Nacho)* Lo va a hacer .
94 B	E	Fijaos también en las paredes del vaso. ¿Qué es lo que está pasando? (*Pedro se levanta hacia la vela y Nacho y Oyente 2 levantan la mano y hacen gestos de triunfo).*
95 B	E	¡Se apagó! Mirad, ¿qué pasa en las paredes?
96 B	N	Que sale humo.
97 B	E	Que sale humo. ¿Queréis tocar las paredes un momento?
98 B	O1	No, no, que están ardiendo.
99 B	P	*(Toca las paredes del vaso.)*

100 B	E	Venga, un poquito. A ver si está mojado, o que es lo que hay ahí.
101 B	O2	*(Toca las paredes del vaso.)*
102 B	P	Pedro, tú decías que se mojaba. ¿ Quieres tocar de nuevo?
103 B	N	*(Dirigiéndose a Pedro)* Toca y mira si hay agua.
104 B	O1	*(Toca las paredes del vaso)*
105 B	N	Se apagó porque no hay aire.
106 B	E	Porque no hay aire. ¡Muy bien! Ahora tenéis que poner en el cuestionario lo que observasteis. ¿Vale? Venga vamos allá. ¡Muy bien!! *(Escriben todos menos Pedro)*
107 B	E	Pedro, ¿qué dice ahí?*(Señala el enunciado*)¿ Qué viste?
108 B	P	Después se apagó.
109 B	E	Pues eso, eso es lo que pregunta.
110 B	E	O1 ¿Tú ya pusiste lo que viste? ¿Y también lo que pasó en las paredes?
111 B	O1	¡Ay! Eso no
112 B	E	Hay que leer lo que dice. ¿Viste lo que pasaba en las paredes?
113 B	O1	Sí, que se fueron calentando.
114 B	E	Pues ponlo, pues ponlo.
115 B	N	*(Dirigiéndose a Pedro)* Fíjate en el signo que hizo la profe *(Risas).*
116 B	E	nacho ¿ qué pasó?
117 B	N	Le dije a Pedro, la profe hizo un signo pero ese no. (Ríen todos).
118 B	N	Y Pedro me dijo que no sabía que explicar en la pregunta y luego dijo: ¡Venga, lo pongo! *(Risas).*
119 B	E	Fijaos. Y ahora hay que explicarlo y explicarlo como antes. ¿Cómo lo explicaría a un niño o a un hermano pequeño?
120 B	N	Pedro, si tu tuvieras hijos ¿Cómo le explicarías?
121 B	E	*(Dirigiéndose a Pedro)* Eso, como se lo explicarías a tus hijos.
122 B	P	¿Lo apunto aquí?
123 B	E	Sí. Venga, Oyente 1 y tú también.
124 B	O1	¿ Con dibujo o con letra?
125 B	E	Como quieras, como te sea más cómodo. Cómo os sea más cómodo a vosotros.
126 B	N	Con dibujo.
127 B	E	*(Dirigiéndose a Álex)* ¿Te es más cómodo con un dibujo?
128 B	N	Mucho más.
129 B	O1	Y ahora la segunda pregunta.
130 B	E	Cómo lo explicarías si tu fueses un profesor.
131 B	O1	Buff…
132 B	N	Tranquilo Oyente 1
133 B	E	*(Dirigiéndose a Pedro)* Cómo lo explicarías si tu fueses un profesor.
134 B	N	*(Ríe a carcajadas.)*
135 B	P	*Ríe y pone cara de ¡Menudo reto!*
136 B	O1	Eso es más complicado.
137 B	E	Es más complicado, es. *(Escriben)*
138 B	P	¿También dibujar?
139 B	E	Sí, lo que tu prefieras, dibujar o escribir. Pedro, ¿ tú qué prefieres, dibujar o escribir?
140 B	P	Dibujar.
141 B	O2	No había aire en el vaso
142 B	E	Pero, ¿el aire no está en todas partes?
143 B	O2	Sí, pero ahí no había.
144 B	N	Sí que había.
145 B	E	*(Dirigiéndose a Nacho)* ¿Tú como lo explicarías?
146 B	N	Lo mismo, explicaría lo mismo que un niño.
147 B	O1	Ya está, ya está. Enciendo unas velas, le pongo un vaso encima y se apaga.
148 B	E	O sea que lo explicarías como antes. Si fueses profesor no explicarías nada más. No nombrarías moléculas y todo eso.
149 B	O1	No, no, que va. Yo lo aplico a la vida.
150 B	E	*(Dirigiéndose a Alex)* .¿Tu explicarías algo utilizando las moléculas?

151 B	E	Paciencia. Ya me lo dice mi madre, paciencia.
152 B	E	Y ahora. Ahora que ya acabamos. Ah, no acabamos que falta Pedro. Pedro pone, hola niño te voy a explicar…
153 B	O1	Te viene un niño por la calle y le dices .¡Hola niño…!
154 B	E	Entonces, fijaos, aquí nos pregunta que pensamos que ocurrió ahí. Nacho puso que la vela se apagaba. (Señala *a nacho).* ¿Por qué?
155 B	N	Porque al meter ¿Cómo se llamaba esa cosa?
156 B	E	La vela
157 B	N	No, lo otro.
158 B	E	El vaso de precipitados.
159 B	N	Metes la vela, esperas unos segundos y después se apaga la vela. El fuego. Pero, después cuando lo sacamos de ahí, sale humo en el vaso.
160 B	E	¿Por qué se apaga la vela?
161 B	N	Porque se queda sin oxí… sin aire.
162 B	E	¿Por qué hace falta aire? ¿Hace falta aire para que arda?
163 B	N	Sí
164 B	E	¿Todos sabemos eso que hace falta aire para que arda? O1 ¿Lo sabías o no? O2 cree que no.
165 B	O2	Sí, sí.
166 B	O1	Si lo sabíamos, lo dijo la profe, pero lo había explicado hace mucho tiempo.
167 B	N	Por ejemplo, un fuego en un bosque, está muchas horas quemando. Si no hubiera aire ya no habría fuego. (*Todos asienten)*
168 B	E	¡Ajá! Mirad y, ¿por qué aparecía mojado? De donde sale. Otra vez de dónde sale (*Risas).*
169 B	A	Porque salió el humo y al final se secó.
170 B	E	Se secó y se puso en las paredes. Y eso ¿No será lo mismo que estaba pasando en la lata? ¿O no?
171 B	O1, P	No, no.
172 B	E	¿No tiene nada que ver?
173 B	O2	Es distinto
174 B	E	¿ Por qué es distinto?
175 B	O2	Porque es distinto, ya se ve.
176 B	E	Pues ahora vamos a ver en el ordenador que es un cambio químico y un cambio físico. Y vamos a ver como son dos cosas distintas. Lo que pasaba en el agua era un cambio físico, el agua seguía siendo agua, pero lo que sucede con la vela es un cambio químico porque lo que teníamos al principio se convirtió en otras cosas. Había ese humo que no sabíamos lo que era… Vamos a verlo. ¿Queréis con subtítulos o sin subtítulos?
177 B	Alumnos	Con subtítulo.
178 B	E	¿ Queréis la profesora grande y la intérprete pequeñita o al revés?
179 B	P	Así, la profesora grande y la intérprete pequeñita.
180 B	E	La profesora grande y la intérprete pequeñita.
181 B	N	*(Dirigiéndose a Pedro)*¿La profesora grande y la intérprete pequeñita?
182 B	P	Sí, sí. Así.
183 B	E	*(Dirigiéndose a O1 y O2)*¿ Vosotros como lo preferís?
184 B	O2	Pequeñita, la intérprete pequeñita.
185 B	O1	A mí me da igual, la verdad. Lo que ellos quieran.
186 B	N	Yo quiero intérprete grande
187 B	E	*(Dirigiéndose a Pedro)* ¿Tú quieres intérprete grande?
188 B	P	*(Duda)*
189 B	E	*(Dirigiéndose a O1 y O2)* ¿Vosotros preferís con intérprete grande o pequeñita?
190 B	O1	A mí me da igual.
191 B	E	Si no lo tuvieran que ver Nacho y Pedro ¿ Qué preferiríais?
192 B	O2	Me da igual .*(Visualizamos el material multimedia).*
193 B	E	¿ En un cambio físico las substancias siguen siendo las mismas?
194 B	N	Lo mismo.
195 B	O2	Las mismas
196 B	E	¿Y en un cambio químico?

197 B	P	Cambian.
198 B	E	Cambiaban las substancias ¿Verdad? Pues ahora vamos a hacer una actividad muy sencillita. Rodear con un círculo lo que pensáis que pasa ahí. Si tenéis dudas me preguntáis.
199 B	N	En este no hay que escribir.
200 B	E	No hay que escribir. Sólo hay que rodear. (*Escriben).*
201 B	N	Aquí pone agua caliente, cambia.
202 B	E	*(Dirigiéndose a Nacho).* ¿Cambia a otra cosa?
203 B	N	Sí, es otra cosa.
204 B	O2	Cambió, pero sigue siendo igual. La fórmula.
205 B	E	*(Se acerca a Álex)* Ya has puesto cambio químico aquí y físico aquí. Eres muy rápido tú.
206 B	N	Ya. Como no hay que escribir… Normal.
207 B	E	Como no hay que escribir es más rápido.
208 B	N	Cuando hay que escribir tardas más.
209 B	N y O1	*(Acaban y se ponen a habla de los castigos en clase)*
210 B	O2	No entiendo Oyente 1. Colocamos una vela en un platillo…(*Oyente 1 no responde y sigue hablando con Nacho)*
211 B	E	Chicos ¿ Qué os parece si comparamos lo que pusisteis cada uno?
212 B	N	Síiii
213 B	E	A ver, en la A. Era el agua con el azúcar. Pusisteis todos cambio químico ¿ Sí?
214 B	O1 y N	Sí
215 B	E	¿Entonces se crearon otras substancias?
216 B	O2	Yo puse cambio físico.
217 B	E	¿ Por qué?
218 B	O2	Porque sigue siendo lo mismo.
219 B	E	¿ Qué sigue siendo igual?
220 B	O2	El azúcar es azúcar y el agua sigue siendo agua.
221 B	E	Pongo hielo en un vaso de leche. ¿Qué pusisteis ahí?
222 B	O1	Yo físico
223 B	O2	Yo ni físico ni químico.
224 B	E	¿Ni físico ni químico? ¿No hay cambio?
225 B	O2	Bueno sí. Porque hay hielo.
226 B	E	¿Y qué le pasa al hielo?
227 B	O2	Se derrite. Hay cambio físico.
228 B	E	¿Y tú Pedro porque pusiste cambio químico?
229 B	P	No sé (*Oyente 1 se ríe).*
230 B	E	(*Dirigiéndose a Oyente1)* Tú tampoco explicaste porqué.
231 B	O1	Porque la leche también está formada por agua y el hielo al derretirse es agua.
232 B	E	¿Y la tostada?
233 B	O1	Cambio físico porque sigue siendo pan.
234 B	E	*(Dirigiéndose a Nacho)* Tú pusiste cambio químico y físico. ¿Por qué?
235 B	N	Porque sale mismo tostada pero tostado. Se quemó.
236 B	P	¡Ahh! ¿Es este no? Lo corrijo.
237 B	E	No tienes que corregirlo, sólo si has cambiado de opinión.
238 B	P	Lo dejamos así.
239 B	E	Ahora venía la de rodea con un círculo los casos en que haya cambio químico y con un cuadrado donde haya habido un cambio físico. Como falta Oyente2 vamos a darle tiempo y repasamos.
240 B	O1	¡Ay, yo en este me equivoqué!
241 B	P	Es todo al revés ¿ No?
242 B	E	No, cada uno podéis pensar una cosa diferente.
243 B	P	No, pero este está al revés.
244 B	E	¿Por qué está al revés? (*Pedro se pone a escribir, pero no contesta)*
245 B	E	O2, P y O1 pusisteis un cambio químico en la vela.
246 B	O2	¿Y este dibujo qué es?
247 B	E	Están poniendo sal en una pota.

248 B	O1	Ese es químico
249 B	E	Tú crees que es químico. ¿Por qué? (*No contesta y se pone a escribir).*¿Todos pensáis que es un cambio químico?
250 B	O2 y O1	Sí
251 B	E	¿Comentamos que tipo de cambio son? ¿Os los digo? La manzana podrida es un cambio químico porque se ha producido una reacción química y se pudrió.
252 B	N	Bien!!
253 B	E	Este es un cambio físico porque el azúcar se disuelve pero sigue habiendo azúcar y agua, no han cambiado las sustancias iniciales.
254 B	O1	¡Ay Dios!
255 B	N	Bien!!
256 B	E	Pedro no lo cambies, no te preocupes. Este es un cambio físico como pusisteis todos, porque al cortar el papel sólo cambiamos cuestiones físicas. Este es un cambio químico porque la vela ardió (lo vimos).
257 B	O1	¡Ohhh!
258 B	E	Este es un cambio físico…
259 B	N	¡Ohhh!

TRANSCRIPCIÓN EC3: CENTRO EDUCATIVO C ***Cambios de estado del agua***		
1C	E	Hola chicos, ¿Cómo van esas discusiones en este grupo?
2 C	O2	Yo he contestado a las preguntas y listo.
3 C	U	Yo he puesto que el estado de la materia está relacionado con la temperatura. Cuando aumenta la temperatura tienden a separarse las moléculas. Por ejemplo, cuando el agua está como hielo las moléculas están muy unidas, están muy juntas, pero cuando la temperatura sube, entonces el hielo empieza a deshacerse, las moléculas se van separando. Es muy sencillo.
4 C	O2	*Yo haría dos explicaciones separadas, una a los alumnos y otra como si fuera profesor. A un niño le explicaría con canicas, por ejemplo. En el sólido pegaría las canicas con pegamento y así podrían mover un poco las partículas. Y luego para el líquido las metería en un recipiente .....*
5 C	U	Podrías meter agua en ese recipiente porque así flotaría
6 C	O2	Y luego las cambiaría de recipiente para que viesen. Después para el vapor, pondría un globo en el recipiente, lo cerraría al cabo de un rato y después lo abriría para que viesen como el gas se expandía.
7 C	U	Se nota que eres un experto en el tema Ehh!
8 C	E	Pablo, ¿y tú?
9 C	P	Igual, diría lo mismo.
10 C	E	¿Qué es lo mismo? ¿Nos lo explicas?
11 C	P	Lo mismo. Diría lo mismo.
12 C	U	Tenemos la misma idea pero cada uno lo expresa de una manera diferente
13 C	E	A veces expresando las ideas sacamos conclusiones, aprendemos entre todos...
14 C	O1	Ya, pero es que estamos todos de acuerdo.

TRANSCRIPCIONES CENTRO PILOTO (EC1)

PRIMERA EXPERIENCIA: COMBUSTIÓN DE UNA VELA

TURNOS	INTERVENCIONES	MACRO CODIGOS	MICROCODIGOS	COMENTARIOS
1 E	¿ Os acordáis de lo que hablamos hablado el otro día?	C. Conocimiento.	Rf-St	
2 Alex	Sí	C. Conocimiento.	R-A	
3 Marta	Sí, sí, el otro día	C. Conocimiento.	Rf-St	
4 E	Recordad no se trata de un examen , es una experiencia divertida, como ya os dije. Me gustaría conocer vuestras opiniones acerca de un fenómeno. Para que no haya dudas os va a signar un intérprete lo que os aparece en el cuestionario.	C. Conocimiento.	Rf-St	
5 I	Estamos realizando un trabajo para conocer la interpretación de los estudiantes de determinados fenómenos. Nos interesa conocer qué ideas utilizas para interpretar los hechos que te mostramos a continuación. Te agradecemos tu generosidad por ayudarnos a llevarlo a cabo.	C. Conocimiento.	Rf-St	
6 E	Ahora vamos a encender una vela y luego la taparemos con un vaso ¿ Qué creéis que ocurrirá?	C. Conocimiento.	R-In	
7 Bea	¿ Ponemos lo que se nos ocurra?	C. Conocimiento.	R-It	
8 E	Pensad, pensad, ¿ Qué paseré?	C. Conocimiento.	R-R	
9 E	Primero escribimos en el cuestionario lo que pensamos y luego escribiríamos como se lo explicaríamos a un hermano pequeño y después cómo lo explicaríamos a un científico.	Logística.		
10 Marta	Te lo explicamos:...	Logística.		La pregunta no ha sido entendida, cara de desconcierto.
11 E	Sí, después lo discutimos en grupo.	Logística.		
12 Bea	Sí	Logística.		
13 Bea	Rellenamos el cuestionario: nombre, centro, etc.....	Logística.		
14 E	El nombre lo guardaremos en secreto, después se cambia por otro.	Logística.		
15 Bea	Vale, de acuerdo	Logística.		
16 E	Por ejemplo- mirando hacia Alex - tu nombre es .... y luego ponemos otro cualquiera ¿Vale?	Logística.		
17 Alex	Ya, el nombre es confidencial, vale.	Logística.		
18 Marta	(Se dirige a Bea) Ponemos el nombre ¿ No?	Logística.		
19 Bea	Sí, sí.	Logística.		
20 Bea	¿ Me puedes ayudar? (Hace además de preguntar)	Logística.		
21 E	¿ Sí ¿ Dime?	Logística.		
22 Bea	Yo escribo en primer lugar lo que creo que va a pasar en el futuro.....	Logística.		
23 E	Sí, lo que tu opines que ocurrirá en el futuro. Yo enciendo la vela, la tapo con este vaso ... ¿ Qué ocurrirá?	C. Conocimiento.	P- Qy	
24 Alex	En el futuro....	C. Conocimiento.	R-A	No entienden la pregunta
25 E	No lo sé., pensad... Podéis escribir o dibujar, da lo mismo, como prefiráis.	Logística.		
26 Alex	Se puede dibujar la vela con la llama....	Logística.		
27 Bea-	¡Vale!	Logística.		
28 E	A mí, por ejemplo...	Logística.		
29 Alex	La vela con la llama, ... así de corto y ¿ Ya?..	Logística.		
30 E	Sí, pero no tan corto, explícate un poco más.	Logística.		
31 Alex	De acuerdo, prefiero un pequeño resumen ¿ No?	Logística.		
32 Bea	Encendemos la vela y la tapamos con un vaso.. ¿ Y después??	Logística.		
33 Marta	La tapamos, sí.	Logística.		
34 E	Si la tapamos con un vaso ¿ Qué va a ocurrir?.. Pensad, no sé, lo que se os ocurra, por ejemplo, cambia el color....	C. Conocimiento.	R- In	
35 Alex	Ya entiendo, qué pasa con el color con el humo.....Se apaga la vela, la llama se va apagando. O aumenta, no lo sé....	C. Conocimiento.	Rf-U+/ P-Pl /Rf-U-	
36 Bea	De acuerdo.	C. Conocimiento.	R-A	
37 E	Vale, ahora .. ¿ Cómo se lo explicarías a tu hermano pequeño?	C. Conocimiento.	Rf-St	
38 Bea	Yo tengo una hermana mayor...	C. Conocimiento.	AT-	No cambia de dominio.
39 E	Imagínatelo, como se lo dirías a una niña pequeña..	C. Conocimiento.	Rf-St	
40 Bea	¿ Cómo?	C. Conocimiento.	AT-	
41 I	(Interviene sin previa petición) ¿ Cómo le dirías tú a tu hermana lo que va a suceder?	C. Conocimiento.	Rf-St	
42 Bea	Ah,,,, ya entiendo...	C. Conocimiento.	AT+	
43 Alex	Cómo le dirías tú a tu hermana enciendo la vela, luego la tapo,....	C. Conocimiento.	AT+	
44 E	(Mirando hacia Alex.) Alex ya terminó.	Logística.		
45 Alex	El tercer párrafo dice como se lo dirías...	Logística.		
46 E	Cómo se lo explicarías a un científico, lo que va a ocurrir.... No sé, seguramente lo explicas las cosas de forma diferente... ¿ No?	C. Conocimiento.	R-R	
47 Marta	De una forma distinta, claro...	C. Conocimiento.	AT+	
48 Bea	Sí, sí, claro...	C. Conocimiento.	Rp-C	
49 E	Por ejemplo yo a un niño le hablo de distinta forma que a un científico o que a una persona adulta.	C. Conocimiento.	Rf-St	
50 I	¿ Entendéis?	C. Conocimiento.	R-IT	
51 Bea.	¿ Sí?	Fuera de la tarea	UC/ R-In	
52 E	¿ Dime?	Fuera de la tarea	UC/ R- In	
53 Marta	(Hacia Bea) Quiere decir que yo se lo explicaría de distinta forma a un científico que a un niño.	C. Conocimiento.	AT+	
54 E	Bueno, yo se lo explicaría de distinta forma	C. Conocimiento.	Rf-St	
55 Bea	¿ De distinta forma? Claro..	C. Conocimiento.	AT+	
56 E	Yo a un científico se lo explicaría , no sé, más seria, de una forma más organizada, utilizando algunas leyes, .. no lo sé, ...pensad.	C. Conocimiento.	Rf-St/ R-R	Intento un cambio de situación.
57 Alex	¿Y qué pasa con la segunda parte?..	Logística.		

PRIMERA EXPERIENCIA: COMBUSTIÓN DE UNA VELA

TURNOS	INTERVENCIONES	MACRO CODIGOS	MICROCODIGOS	COMENTARIOS
58 E	¿ Ya habéis terminado todos la segunda parte? Pues vamos a discutir vuestras opiniones. lo que opina Alex frente a lo que opina Bea, etc., vuestras opiniones.	Logística.		
59 Marta	(Dirigiéndose a Alex) Discutimos los tres, lo que opinamos, lo hablamos ...	Logística.		
60 E	Bea todavía no terminó, es mejor esperarla.	Logística.		
61 E	¿Tú qué opinas Alex?	C. Conocimiento.	R-IT	
62 Alex	Discutiremos, sobre lo que opina cada uno	C. Conocimiento.	AT+	
63 E	¿Qué opinas tú Marta?	C. Conocimiento.	R-IT	
64 I	Tapamos la vela con el vaso, Explicadlo que va a pasar con la vela.	C. Conocimiento.	Rf-St	
65 Alex	Tapo la vela con el vaso.....	C. Conocimiento.	UC	
66 Marta	Sí, sí,.. Pero ¿ Cuál es tu opinión acerca de lo que va a pasar?	C. Conocimiento.	AT+	
67 I	Y después ¿ Qué ocurrirá?	C. Conocimiento.	Rf-St	
68 Alex	Yo opino que la vela se apagará	C. Conocimiento.	P-Id	Aparece una idea del dominio cotidiano.
69 E	Ah.. se apagará. (Dirigiéndose a Bea) ¿ Tú opinas lo mismo?	C. Conocimiento.	R-A/D	
70 Bea	La llama se consumirá poco a poco.	C. Conocimiento.	P-Id	
71 E	¿Estáis todos de acuerdo?	C. Conocimiento.	R/AD	
72 Bea	Eh, eh, .. También el color....	C. Conocimiento.	P-PI	
73 E	Ahora voy a encender la vela y la voy a tapar con este vaso. Observad, pero no sólo la vela, sino también el vaso, el color, ...Vamos a ver que sucede	C. Conocimiento.	Rf-St	
74 Marta	El humo.	C. Conocimiento.	AT+	
75 Alex	El vaso también..	C. Conocimiento.	AT+	
76 Marta	(Dirigiéndose a Bea) Veremos el humo a través de el vaso.	C. Conocimiento.	P-Id	
77 E	Ahora , podemos anotar en el cuestionario lo que hemos visto.	Logística.		
78 Bea	Sí. Sí.	C. Conocimiento.	R-A	
79 Marta	La vela se apagó.	C. Conocimiento.	P-In	Tendencia a explicar lo directamente perceptible.
80 Alex	Sí, se apagó.	C. Conocimiento.	Rp-O	
81 E	¿ Sólo observasteis que se apagó?	C. Conocimiento.	R-In	
82 Bea	Bueno, también varió el color...	C. Conocimiento.	P-PI	
83 E	Pensad....	C. Conocimiento.	R-Rf R-In	
84 Bea	¡Humo?	C. Conocimiento.	P-IP	
85 E	¿ Había humo dentro? ¿ Donde está ahora ese humo?	C. Conocimiento.	R-In	
86 Alex	Sí había humo dentro, pero poca cantidad.	C. Conocimiento.	P-In	
87 Bea	(Hacia E) Mirelo en las paredes del vaso..	C. Conocimiento.	P-In	
88 Marta	Recubrió todas las paredes del vaso	C. Conocimiento.	P-In	
89 Bea	....Fíjate con que color se manchó el vaso con el humo	C. Conocimiento.	P-In	
90 E	¿ Dentro?	C. Conocimiento.	P-In	
91 Bea	Míralo, ahí, dentro del vaso	C. Conocimiento.	Rp-S	
	Pausa..			
92 E	¿Observáis algo más? Les acerco el vaso.. . ¿ Queréis tocarlo?	C. Conocimiento.	R-In	
	Tocan el vaso.	C. Conocimiento.	Rg-A	
93 Alex	No, yo no observo nada más..	C. Conocimiento.	P-In	
94 Marta	No, no observo nada.	C. Conocimiento.	Rp-S	
95 E	¿ Nada? Si está caliente o frío , humedad..... Algo.	C. Conocimiento.	R-In	
96 Alex	Sí, hummm, caliente, frío....hay algo de humedad, un poco de humedad.	C. Conocimiento.	P-PI	No identifica la producción de vapor de agua.
97 E	Y, ¿ de dónde sale ese líquido?	C. Conocimiento.	R-In	
98 Alex	Por la llama que de como algo de humedad al vaso, la llama estaba caliente y salió humedad	C. Conocimiento.	EI-S	
99 Marta	Porque se apagó...	C. Conocimiento.	Rp-O	
100 Alex	Sí, salió humedad	C. Conocimiento.	Rp-S	
101 E	Y esa humedad ¿ Qué es?	C. Conocimiento.	R-In	
102 Marta	Se nota la humedad porque la vela se apagó , por el humo	C. Conocimiento.	P-Id	
103 E	Por el humo... Ah...	C. Conocimiento.	Rp-O	
	Pausa.			
104 E	En primer lugar lo escribiremos y luego lo discutimos ¿De acuerdo?	Logística.	Rg-A	
105 Bea	Sí , sí, de acuerdo.	Logística.	R-A	
	Escriben.			
106 Bea	(Hacia E) Escribo en este párrafo y en el segundo en el del cambio.....	Logística.		
107 E	¿ Sí?	Logística.		
108 Bea	No entiendo el último párrafo, lo del cambio de opinión	C. Conocimiento.	AT-	
109 E	Ahí poneis si después de la discusión variaron vuestras ideas Antes, todos coincidisteis en la idea de que la vela se iba a apagar. Después lo hemos observado ¿ Qué es lo que habéis observado?	C. Conocimiento.	R-It	
110 Alex	Entendemos.	C. Conocimiento.	AT+	
111 E	Escribidlo, sí.	C. Conocimiento.	Rg-A	
112 Alex	¿ Cómo? ¿ Primero el primer párrafo y luego el segundo?	Logística.		
113 Marta	Claro (con cara de enfado) primero escribimos en el primer párrafo y en el segundo ponemos lo que ha cambiado..	Logística.		
114 Bea.	(Se ríe)	Fuera de la tarea		
115 E	La vela se apagó. ¿ a que se debe?	C. Conocimiento.	R-In	
116 Bea	No lo sé....	C. Conocimiento.	R-Un	
117 E	Pensad cual sería el motivo.	C. Conocimiento.	R-In	
	Asienten.			

PRIMERA EXPERIENCIA: COMBUSTIÓN DE UNA VELA

TURNOS	INTERVENCIONES	MACRO CODIGOS	MICROCODIGOS	COMENTARIOS
118 E	*Después, al igual que antes. Pensad en cómo se lo explicaríais a un hermano pequeño.*	C. Conocimiento.	R-In	
119 Alex	*La vela se apaga ¿ y?*	C. Conocimiento.	Rp-S	
120 E	*No lo sé.. ¿ cuál es el motivo? Mientras no tape el vaso la vela no se apagaba...*	C. Conocimiento.	Rp-O	Este fenómeno no necesita explicación.
121 Alex	*Claro , porque si tapas el vaso no hay aire, falta aire y la vela se apaga.*	C. Conocimiento.	El-S	
122 E	*¿ Porqué?*	C. Conocimiento.	R-In	
123 Alex	*Falta el aire. (Pido que el intérprete aclare si es aire u oxígeno a lo que se refiere, la seña de oxígeno está directamente relacionada con la respiración nasal) .*	C. Conocimiento.	Rp-S	
124 Alex	*Aire, aire,..*	C. Conocimiento.	RP-S	
125 Bea	*Falta aire en esa zona.*	C. Conocimiento.	Rp-O	
	Silencio			
126 E	*Si queréis lo discutimos luego.*	Logística.		
127 Marta	*(Dirigiéndose a Alex) No escribas en ese párrafo (refiriéndose al segundo), escribe en el otro (primero).*	Logística.		
128 Alex	*(Dirigiéndose a E) ¿ Aquí?*	Logística.		
	Me levanto y le explico en donde debe responder.			
129 Alex	*Ah, vale, vale, sí ,sí... ahora lo que opino*	Logística.	AT+	
130 E	*¿ Porqué se apaga la vela? ¿ Porqué?*	C. Conocimiento.	R-In	
131 E	*¿ Cómo se lo explicaríais a un niño pequeño? ¿Y a un científico?*	C. Conocimiento.	R-In	
132 Alex	*¿ Cómo se lo diría a un niño? ¿ Igual que antes?*	C. Conocimiento.	R-IT	
133 Marta	*(Hacia Alex) Sí , y luego a un científico.*	C. Conocimiento.	Rg-A	
134 Bea	*(Hacia Alex) Sí, sí, como se lo explicarías a un científico o a un niño.*	C. Conocimiento.	Rg-A	
135 I	*Cómo le explicaríais a un niño pequeño o a un científico lo que habéis visto*	C. Conocimiento.	Rg-A	
136 Alex	*¿Cómo se lo explicaría?*	C. Conocimiento.	Rg-A	
137 Bea	*Y yo que sé.. (mira a E con expresión interrogativa)*	C. Conocimiento.	Rf-U-	
138 E	*Yo no puedo responder a eso*	C. Conocimiento.	R-R	
139 Bea	*Estoy pensándolo.. no sé como se lo explicaría a un científico. (Expresión de agobio).*	C. Conocimiento.	Rf-U-	
140 E	*No te preocupes, tranquila*	Fuera de la tarea	Rg-A	
141 Bea	*Ya, ya...*	Fuera de la tarea	Rg-A	
142 E	*Ya habéis terminado todos discutamos un poco más. (hacia Alex) Observaste que la vela se apagó y alegaste un motivo , tú (dirigiéndose a Marta) alegas también un motivo y lo mismo tú (dirigiéndose a Bea).*	C. Conocimiento.	R-A/R-In	
143 Marta	*(Hacia Bea) Lo que pusiste aquí. (señala el primer párrafo)*	Logística.		
144 Bea	*¿Qué hay que poner en esta pregunta? Cómo le explico a mi hermano pequeño que la vela se apagó*	C. Conocimiento.	AT/R-It	
145 E	*Cómo le explicarías los motivos por los que crees que la vela se apagó.*	C. Conocimiento.	AT- / R-It	
146 Bea	*Vale,.. Ahora lo escribo..*	Logística.		
147 Alex	*La vela se apagó , ¿ Cuál es el motivo? ¿ No? Digo porqué se apagó.*	C. Conocimiento.	AT+	
	Escriben, Bea pone cara de que le resulta muy difícil.			
148 E	*Pensad, estrujad el cerebro..*	C. Conocimiento.	R-R	
149 Bea	*Es complicado..*	C. Conocimiento.	Ev-D	
150 E	*Puede parecer complicado pero es algo cotidiano, pero nunca nos detenemos a pensar en las causes.*	C. Conocimiento.	Rg-A	
151 Bea	*Sí, sí, es verdad.*	C. Conocimiento.	R-A	
152 Alex	*Ahora discutimos.*	Logística.		
153 E	*Sí , intercambiamos opiniones*	Logística.		
154 Alex	*La vela se apagó porque se tenía que apagar. No existe un motivo*	C. Conocimiento.	P-Id	No necesita explicación
155 E	*¿ Porqué se apaga la llama?*	C. Conocimiento.	R-In	
156 Alex	*Al soplar se apaga*	C. Conocimiento.	P-Id	Inconsistencia en las explicaciones.
157 Marta	*Ese motivo no existe, no soplamos.*	C. Conocimiento.	Ev-OI	
158 E	*No soplamos*	C. Conocimiento.	Rp-O	
159 Alex	*Al no tener aire en ese espacio reducido la vela se apaga.*	C. Conocimiento.	P-Id	Aparece la noción de aire, pero no la interacción.
160 E	*¿ Tú opinas lo mismo Bea ?*	C. Conocimiento.	R-In	
161 Marta	*Al estar sin aire , sin ningún aire, entonces está como ahogada, se queda sin llama. Si no la taparas con el vaso, no se apagaría.*	C. Conocimiento.	El-O	Usa una metáfora.
162 E	*¿ Tú opinas lo mismo Bea ?*	C. Conocimiento.	R-In	
163 Bea	*Parecido.. Al no haber aire, al estar en un lugar sin aire, la vela se apaga. Pienso lo mismo que mis compañeros.*	C. Conocimiento.	Rp-O	
164 E	*¿Y qué opináis del humo y de la humedad?*	C. Conocimiento.	R-In	
165 Marta	*Sí, había un líquido... pienso*	C. Conocimiento.	P-PI	
166 Bea	*Al apagarse la llama el humo que se desprende al no tener por donde salir, se queda en el vaso y se convierte en líquido. Si no estuviese el vaso el líquido no aparecería, el humo se extendería por la habitación , pero al taparse con un vaso el humo se queda ahí y se convierte en líquido.*	C. Conocimiento.	El-S	
167 E	*¿ Estáis todos de acuerdo? ¿ Sí?*	C. Conocimiento.	Rg-A/D	
168 Alex	*Sí, Sí.*	C. Conocimiento.	R-A	
169 E	*¿Habéis observado algo más, por ejemplo el color que decíais antes?*	C. Conocimiento.	R-In	
170 Bea	*Sí, antes se veía como algo blanco, un color raro, luego ese color desapareció, pero no sé explicar porqué.)–*	C. Conocimiento.	P-In/Rf-U-	No hacen referencia al estado gaseoso.
171 E	*¿ Habéis anotado todo lo que habéis observado?*	Logística.		
	Todos dicen que sí			

PRIMERA EXPERIENCIA: COMBUSTIÓN DE UNA VELA

TURNOS	INTERVENCIONES	MACRO CODIGOS	MICROCODIGOS	COMENTARIOS
172 E	¿ Vuestras opiniones han variado después de la discusión.?	Logística.		
173 Bea	No	C. Conocimiento.	P-In	
174 Marta	(Hacia Bea) Sobre lo que pensabas antes..	C. Conocimiento.	Rg-A	
175 Bea.	No, opino lo mismo. Bueno, más o menos . un poco si ha variado.	C. Conocimiento.	Ev-S	
176 E	¿ Queréis explicar algo más? Poneros de acuerdo entre los tres.	C. Conocimiento.	R-In/ R-A/D	
177 Marta	(Hacia Alex) Si tienes una opinión distinta explícala.	C. Conocimiento.	Rg-A	
178 Alex	Sí, los tres opinamos lo mismo, lo que sucede, en lo del humo y en porque se apaga pienso lo mismo que Bea, en lo de que el humo se convierte en líquido, pues no lo había pensado antes, pero del resto sí me di cuenta.	C. Conocimiento.	Ev-SO	
179 Marta	(Interroga a M) ¿ Tú opinas lo mismo que Bea sí o no?	C. Conocimiento.	Rg-A/D	
180 Bea	Claro	C. Conocimiento.	R-A	
181 Alex	Claro, sí , sí, opino lo mismo, antes no lo había pensado, pero ahora sí.	C. Conocimiento.	R-A	
182 E	¿El humo se convierte en líquido porqué?	C. Conocimiento.	R-In	
183 Alex	El vaso al principio estaba seco, no tenía líquido, pero cuando salió el humo y al no tener sitio por donde escapar , al final se queda dentro del vaso y se convierte en líquido.	C. Conocimiento.	P-Id	
184 E	¿ Estáis de acuerdo?	C. Conocimiento.	Rg-A/D	
185 Marta y Bea	Sí, sí.	C. Conocimiento.	R-A	
186 E	Gracias	Fuera de la tarea	UC	
187 Bea	De nada	Fuera de la tarea	UC	
188 E	Espero que os haya resultado divertido	Fuera de la tarea	UC	
189 Bea	Es un poco complicado	C. Conocimiento.	R-R	
190 Bea	En la última parte ¿Qué pongo?	Logística.		
191 E	Si tus ideas iniciales han variado después de intercambiar opiniones con tus compañeros.	Logística.		
192 Bea	Variaron un poco	Logística.		
193 Alex	Lo del nombre y apellidos., yo lo cambio. ¿ Puedo poner otro?	Logística.		
194 Marta	(Le responde) Invéntate otro.	Logística.		
195 Alex	(Señalando una pregunta mira a Marta con extrañeza)	C. Conocimiento.	RI-U-	
196 Marta	Explica.	Logística.		
197 Alex	(Dirigiéndose a la intérprete). ¿ Qué debo hacer?	C. Conocimiento.	AT-	
198 I	Explica si tus ideas han variado un poco después o lo que se debatió.	Logística.		
	Escriben.			
	Ya han terminado.			
199 E	El nombre me interesa por si tengo que aclarar alguna duda más tarde con alguno de vosotros, pero no va a aparecer en ninguna otra parte, lo cambio, pongo otro. Los otros datos sí me interesan.	Logística.		
200 Marta	(Se dirige a Bea) Ponle otro nombre.	Logística.		
201 Bea	Sí, yo pongo mi nombre ..	Logística.		
202 E	Vale, yo lo cambio después.	Logística.		
203 Bea	(Hacia Marta) Ponemos el nombre del instituto... Hace un chiste dactilológico con las siglas IES.	Logística.		
204 Marta	Se ríe a carcajadas	Fuera de la tarea	D-I	
205 Bea	(Hacia E) ¿ Estás contenta?	Fuera de la tarea	D-I	
206 E	Sí, mucho.	Fuera de la tarea	D-I	
207 Bea	No sé si me entenderás las frases..	Fuera de la tarea	D-I	Consciente de sus problemas de lectoescritura.
208 E	Claro que sí....	Fuera de la tarea	D-I	
209 Bea	La estructura de las frases, a ver si las entiendes, ya veremos....	Fuera de la tarea	D-I	
210 E	Seguro que sí.	Fuera de la tarea	D-I	
211 E	Voy a apagar las cámaras	Fuera de la tarea	UC	

SEGUNDA EXPERIENCIA: DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DEL AZÚCAR

TURNOS	INTERVENCIONES	MACRO CODIGOS	MICROCODIGOS	COMENTARIOS
212 E	Ya os comenté el otro día un poco lo que íbamos a hacer, y supongo que ya habréis hablado con Bea, Marta y Alex de lo que hicimos la última vez. Esto va a ser parecido. Quiero que os sintáis cómodos, no se trata de un examen ni de nada parecido.	C.Conocimiento	Rf-St	
213 I	Vamos a introducir azúcar en este tubo de ensayo. Con un mechero vamos a a calentar el azúcar. ¿ qué piensas qué va a pasar con el azúcar? Escribe debajo del recuadro lo que crees que va a ocurrir con el azúcar al calentarlo con el mechero. Después lo discutimos entre todos.	C.Conocimiento	Rf-St/ R-In	
214 Bea	Para un niño habría que adaptarlo, darle más facilidades, porque no conoce el tema. En clase lo explicaría con un vocabulario más técnico, se explicaría con más profundidad.	C.Conocimiento	P-Id	
215 E	Pues escribid lo que pensáis que le explicaríais.	C.Conocimiento	Rf-St	
216 E	Fijaos en todos los detalles.	C.Conocimiento	R-R	
217 Marta	(Hacia Alex) El color, el color.	C.Conocimiento	P-Pl	
218 E	Escribid lo que observéis, lo que ocurre, que cambios hubo respecto a la primera pregunta.(Interpretación)	C.Conocimiento	R- R/ R-In	
219 E	Lo que observemos, todo lo que observemos...¿ Era lo que esperabais?	C.Conocimiento	R-R/ Rg-A/D	
220 Todos	Sí, , era lo que esperábamos.	C.Conocimiento	R-A	
221 Alex	Ah, como lo hicimos, el fuego, ...¿ todo lo que vimos?	C.Conocimiento	R-It	
222 Marta	Escribe todo lo que observaste .	C.Conocimiento	AT+	
223 E	Sí, todo lo que observasteis.	C.Conocimiento	Rg-A	
	Escriben.			
224 Bea	¿Cómo se llama el tubo?	C.Conocimiento	R-In	
225 E	Tubo de ensayo (deletreo en dactilológico la palabra ensayo)	C.Conocimiento	P-In	Falta de vocabulario
	Escriben.			
226 E	Ahora vamos a hacer una puesta en común.(Interpretación)	C.Conocimiento	Rf-St	
227 Alex	Encendiste el fuego y cambió el color del azúcar y huele rico.	C.Conocimiento	P-In	
228 E	¿ Otras cosas que hayáis visto?	C.Conocimiento	R-In	
229 Olalla	Explicamos lo que vimos, lo que pasó. (Con gesto de que no hay nada que explicar).	C.Conocimiento	P-In	Lo que no se ve se ignora
230 E	¿ Qué pasó para que el color haya cambiado?	C.Conocimiento	R-In	
231 Olalla	Al calentarse, cambia.(con gesto de enfado como si fuese algo tan lógico que para qué se pregunta).Para lo que tiene que pasar no es necesaria explicación.	C.Conocimiento	P-Id	No necesaria explicación.
232 Inia	¡Qué graciosa !	Fuera de Tarea	D-I	
233 L	Sí, pero ¿ qué cambia?	C.Conocimiento	Rf-St	
234 Olalla	Ni idea, por el fuego....	C.Conocimiento	P-Pl	
235 E	Por el fuego.... ¿ Vosotros que opináis?	C.Conocimiento	Rg-A/D	
236 Bea	Lo mismo, nada más.	C.Conocimiento	Rp-O	
237 E	¿Cómo se lo explicaríais a un niño pequeño?	C.Conocimiento	R-In	
238 Olalla	De la misma manera	C.Conocimiento	P-In	
239 Bea	No hace falta escribirlo, es lo mismo. ¿ Hay que ponerlo igual?	C.Conocimiento	R-It	
240 E	Pues pon " igual"	C.Conocimiento	Rf-St	
241 Julia	¿Explicar el cambio del azúcar? El azúcar cuando se calienta se convierte en caramelo	C.Conocimiento	P-Id	
242 E	Y aun profesor en clase de CC, si tu lo preguntase, ¿ Cómo le contestarías?	C.Conocimiento	R-In	
243 Bea.	Al calentarlo cambia, se convierte en caramelo, lo que ya explicamos aquí (refiriéndose a la pregunta anterior)	C.Conocimiento	Rp O	Modificación.
244 E	Y, ¿ Porqué se convierte por el calor en otra cosa, o en lo mismo, o en qué se convierte?	C.Conocimiento	Rf-St/ R-In	
245 Bea	No lo sé, no tengo ni idea.	C.Conocimiento	Rf-U-	
	Los demás se ríen y niegan con la cabeza.			
246 E	por ejemplo. Esta sustancia ¿ Qué es? (Señalando el caramelo del tubo de ensayo), es azúcar... ¿ Qué es? ¿ Qué ocurrió?	C.Conocimiento	R-In	
247 Julia	¡ Es caramelo!	C.Conocimiento	P-In	
248 Bea	Caramelo	C.Conocimiento	R-A	
249 E	¿ Distinto del azúcar?	C.Conocimiento	R-In	
250 Olalla	Es lo mismo. Caramelo y azúcar son lo mismo.	C.Conocimiento	P-Id	
251 Bea	El color cambia con el calor.	C.Conocimiento	P-In	
252 Alex	Ahora el color es marrón, ha cambiado, hubo un cambio, es líquido.	C.Conocimiento	El-O	
253 E	¿ Hubo un cambio de consistencia?	C.Conocimiento	R-In	
254 Alex	Sí, también de azúcar a caramelo.	C.Conocimiento	P-In	
255 E	Pero ¿ qué tipo de cambio?	C.Conocimiento	R-In	
	Están desorientados.			
266 Olalla	Está claro, ¿Qué quieres que te digamos? Yo sólo veo que fue el fuego.	C.Conocimiento	AT-	
267 E	¿ Y qué fue lo que hizo la llama?	C.Conocimiento	R-In	
268 Alex	Lo que era sólido , el azúcar, pasó a líquido.	C.Conocimiento	P-Id	
269 E	¿Opináis todos lo mismo?	C.Conocimiento	Rg-A/D	
270 Todos	Sí, sisrien con la cabeza.	C.Conocimiento	R-A	
271 F	¿ No hay nada que discutir?	C.Conocimiento	R-R	
272 Alex	Decid algo....	C.Conocimiento	Rg-A	

TERCERA EXPERIENCIA: DESCOMPOSICIÓN DEL ANIMAL

TURNOS	INTERVENCIONES	MACROCODIGOS	MICROCODIGOS	COMENTARIOS
273 E	*¿ Qué signo usáis para la palabra átomo?*	C.Conocimiento	R-In	
274 Bea	*Lo signo.*	C.Conocimiento	P-In	
	Se trata de un signo bimanual donde la mano pasiva en configuración de puño cerrado (núcleo) y la activa adopta la configuración de puño cerrado con pulgar extendido. El movimiento es de la mano alrededor del puño cerrado, con orientación en circulo (Corteza con órbitas *circulares*), *en el plano tercero de articulación y a la altura del pecho.*			
275 Alex	*Colocia en el espacio, al signar, electrones en las órbitas que genera al rotar la mano.*	C.Conocimiento	P-In	
276 I	*Signa el enunciado del cuestionario acerca de la descomposición de los animales.*	C.Conocimiento	R-In	
277 Olalla	*El animal desaparece, se queda en los huesos.*	C.Conocimiento	P-Id	Desaparición.
278 E	*Se queda en los huesos... y ¿ qué pasa con los átomos del animal?*	C.Conocimiento	R-R, R-In	
279 Alex	*No hay, el animal ya no está se murió.*	C.Conocimiento	P-Id	
280 Olalla	*¿Pero los átomos que son? ¿ Son carne?¿Están dentro de la carne? ¿ Qué son ?*	C.Conocimiento	Rf-U-	
281 E	*¿ Habéis hablado en clase del tema de los átomos?*	C.Conocimiento	R-R	
282 Bea	*Sí, pero ni idea.*	C.Conocimiento	Rf-U-	
283 Julia	*Sí pero lo hemos olvidado.*	C.Conocimiento	Rf-U-	
284 E	*¿ Qué habéis dado? Hablasteis de que la materia se dividía, y que los átomos era una división pequeñísima de la materia.*	C.Conocimiento	R-In	
	Todos afirman con la cabeza con mucha fuerza.	C.Conocimiento	R-A	
285 E	*¿ Y qué ocurre con ellos cuando el animal se muere?*	C.Conocimiento	R-In	
286 Olalla.	*Pues que muere y desaparecen*	C.Conocimiento	P-In	Desaparición.
287 Alex	*Yo pienso lo mismo, que se mueren ya que el animal se muere, los átomos también*	C.Conocimiento	Rp-O	Transferencia del mundo *macroscópico* al atómico.
288 E	*¿ Marta, tú qué piensas?*	C.Conocimiento	R-In	
289 Marta	*Yo pienso lo mismo.*	C.Conocimiento	Rp-O	
290 Bea	*Pone cara de desacuerdo.*	C.Conocimiento	Ev-O	
291 E	*¿Tú qué piensas Bea?*	C.Conocimiento	R-In	
292 Bea	*Yo no estoy de acuerdo, es un ciclo, los átomos continúan, a lo mejor se van a la tierra o a otra cosa que puede nacer, o a algún hicho que está ahí , un insecto o algo*	C.Conocimiento	P-Id	Conservación de la materia. Desplazamiento.
293 E	*¿Queréis discutirlo?*	C.Conocimiento	Rq-A/D	
294 Olalla	*(Con gesto de que está perdiendo el tiempo).¿ Qué quieres que le explique? Yo tengo que verlo en la realidad, yo nunca tuve esa experiencia.*	C.Conocimiento	Rf-U-	
295 E	*Bueno, si un animal muere y se descompone puedo pensar diferentes cosas, por ejemplo que el animal desaparece, que se produce un cambio..., como habéis dicho. Estoy segura que en clase de ciencias os hablaron de este tema.*	C.Conocimiento	Rf -St	
296 Olalla	*No, no, yo de este tema no sé nada, no me explicaron nada acerca del átomo aquí.*	C.Conocimiento	Rf-U-	
297 Bea	*Hombre, la palabra átomo sí la conocemos, está dentro de Química ¿ No? ¿ O dentro de Biología?*	C.Conocimiento	P-In	No hacen *transferencia* entre los diferentes campos de la ciencia
298 E	*(A los otros) ¿ Y qué pensáis que ocurrió?*	C.Conocimiento	R-In	
299 Bea	*Lo que ya dije antes.*	C.Conocimiento	Rp-S	
300 E	*¿ Tú Iria?*	C.Conocimiento	R-In	
301 Iria	*Más o menos lo mismo, no es que el animal se muera, hay un proceso una forma de cambio de vida en otro animal.*	C.Conocimiento	P-Id	Desplazamiento.
302 E	*¿ Este tipo de proceso lo podríamos aplicar a la experiencia del azúcar?¿ Qué ocurrió con los átomos del azúcar?*	C.Conocimiento	R-In	
303 Olalla	*Lo mismo, los átomos son los mismos. El caramelo viene de azúcar.*	C.Conocimiento	P-Id	Modificación.
304 E	*¿ En clase de química como lo explicarías?*	C.Conocimiento	R-In	
305 Olalla	*Pues eso, que cambió, nada más.*	C.Conocimiento	Rp-S	
306 Alex	*Yo digo lo mismo que ella.*	C.Conocimiento	Rp-O	
307 E	*En el tema de la descomposición del animal , si tuvieseis que explicárselo a un niño, como lo harías?*	C.Conocimiento	R-In	
308 Bea	*De la misma manera, igual que antes, aunque en mi casa yo a un niño le explicaría de forma que le resultase más fácil, Por ejemplo: Un átomo es algo muy pequeño. Cuando el animal se muere, los átomos se van a la tierra y sufren transformaciones ,en clase habría que explicarlo en más profundidad, con más detalles, pero a los niños hay que explicárselo de un modo sencillo.*	C.Conocimiento	EI-S	Interacción química.
309 E	*¿ Y cómo lo explicamos en clase?*	C.Conocimiento	R-In	
310 Bea	*Pues no lo sé, el animal murió y dentro tiene unas cosas pequeñitas que son los átomos , se van del animal y sufren transformaciones en la tierra, por ejemplo. No sé decirte nada más.*	C.Conocimiento	EI-S	
311 E	*Podéis explicarlo cada uno de vosotros. Por ejemplo Iria.*	C.Conocimiento	R-In	
312 Iria	*¿ Yo? Bueno es un poco difícil, a los niños hay que estimularlos en este tema.Un animal murió y tiene átomos que son unas cosas muy pequeñitas, especiales, que luego saltan y se van a otro sitio, y se expanden por la zona, sufren un proceso pero siguen viviendo de otra forma.*	C.Conocimiento	EI-S	Desplazamiento.
	Al mismo tiempo que Iria signa, Marta y Alex discuten entre ellos.			
313 Marta	*Yo no tengo ni idea.*	C.Conocimiento	Rf-U-	
314 Alex	*No. Tú explícale detalladamente tu opinión, ella está preguntando a cada uno y también la opinión general.*	C.Conocimiento	AT+ / Rq-A	
315 E	*Y tú Julia ¿cómo lo explicas? Yo opino lo mismo que Bea.*	C.Conocimiento	R-In	
316 E	*Sí, pero ¿cómo, lo explicarías tú?*	C.Conocimiento	R-In	

TERCERA EXPERIENCIA: DESCOMPOSICIÓN DEL ANIMAL

TURNOS	INTERVENCIONES	MACROCODIGOS	MICROCODIGOS	COMENTARIOS
317 Julia	De la misma forma, yo explicaría que los átomos sufren una serie de procesos , van cambiando, hasta que el animal desaparece.	C.Conocimiento	P-Id	Interacción química. No hace transferencia del mundo macroscópico al atómico.
318 E	¿ Y tú Marta?	C.Conocimiento	R-In	
319 Marta	Lo mismo que ella, explicaría lo mismo que Bea.	C.Conocimiento	Rp-O	
320 Alex	Lo mismo que Bea, coincido en todo lo que dice.	C.Conocimiento	Rp-O	
321 Olalla	Yo lo explicaría igual.	C.Conocimiento	Rp-O	Inconsistencia con la explicación anterior.
322 E	Pero antes dijiste que desaparecía...	C.Conocimiento	Rg-A	
323 Olalla	Es verdad, pero he pensado que al final que sí , que a lo mejor lo atrapa la tierra y vive de otra forma , o que un animal se lo come, o se va para otro lado.	C.Conocimiento	Ev-S	Desplazamiento.
324 E	Escribid lo que penséis..	Logística		
325 E	Si tuvieseis que explicarlo desde un punto de vista más técnico a tus compañeros o a tu profesor ¿ qué le diríais?	C.Conocimiento	R-In	
326 Bea	Bueno, por ejemplo . ¿ Yo soy el profesor y se lo explico a mis compañeros? O¿ Yo se lo explico al profesor?	C.Conocimiento	R-It	
327 E	El profesor le lo pregunta. ¿Qué le ocurre a los átomos cuándo el animal se muere?	C.Conocimiento	P-In / R-In	
328 Bea	¿ Qué le diría yo?	C.Conocimiento	R-R	
329 E	. Tú o tus compañeros, (miro para todos) ; podéis tener distintas opiniones, distintas formas de explicarlo, es lo normal...	C.Conocimiento	Rg-A	
330 Bea	Yo respondería que el animal...No sé , déjame pensar , que lo contesten otros primero.	C.Conocimiento	Ev-S	
331 E	(Notando el ambiente un poco tenso),. Me gustaría que os sintieseis cómodos, relajados. A todos las personas cuando se nos pregunta algo que nos parece evidente y de repente ya no es tan evidente, nos quedaos algo descolocados, nos sorprendemos...	C.Conocimiento	Rg-A	
332 Olalla	Yo explicaría lo mismo que antes, al niño le explicaría lo básico , lo fácil, y al profesor le explicaría más detalles, más profundamente.	C.Conocimiento	Rp-S	
333 E	¿ Qué detalles?	C.Conocimiento	R-In	
334 Olalla	Lo del animal, lo mismo que dije antes.	C.Conocimiento	Rp-S	
335 E	¿De la misma forma, exactamente igual? Piensa que no	C.Conocimiento	P-Qy	
336 Olalla	Más o menos.	C.Conocimiento	R-D	
337 Alex	Al profesor yo se lo explicaría de forma diferente, depende , depende del tema.	C.Conocimiento	Rf-U-	
338 E	Si estamos en clase de Biología , o de Química, por ejemplo, y nos preguntan esto. ¿ Cómo contamos ese proceso del que Julia hablaba? Aquí (señalando el tubo de ensayo de la experiencia anterior) , también hubo un proceso. ¿ Es el mismo proceso que ocurre con el azúcar?	C.Conocimiento	R-In	
339 Alex	Sí, es un proceso de cambio.	C.Conocimiento	R-A	
340 E	Y ese proceso de cambio, en clase de Química ¿ Cómo se llama?	C.Conocimiento	R-In	
	Todos ponen cara de no saber de lo que hablo.			
341 Bea	Ni idea, no sé cómo se llama.	C.Conocimiento	Rf-U-	
342 E	No hace falta que me digas el nombre específico, pero en general todos los procesos donde hay un cambio químico tienen un nombre.	C.Conocimiento	R-In	
343 Bea	No lo sé, la verdad es que la química no ha sido nunca mi vocación. ¡ Qué horror, no me gustaba nada !	C.Conocimiento	Rf-U- / P-Id	Rechazo hacia la ciencia.
344 E	Olalla, tú , por ejemplo¿ Se lo explicarías a un niño de la misma forma que a un profesor?	C.Conocimiento	R-In	
345 Olalla	No, a un niño hay que explicárselo más fácil, lo básico, adaptándolo poco a poco y con un profesor hablaría normal.	C.Conocimiento	Rp-S	
346 Alex	A un niño lo básico (a la vez que Olalla)	C.Conocimiento	Rp-S	
347 E	¿ Y cómo sería esa explicación?..Explicanos	C.Conocimiento	R-In	
348 Bea	Yo ya lo escribí.. (Dirigiéndose al entrevistador)	Logística		
349 E	(Dirigiéndose a Olalla) Mejor, explícanoslo a todos.	C.Conocimiento	R-In	
350 Bea	Escribiendo no, en I.SE.	Logística		
351 Olalla	Es que siempre os lo mismo, os lo mismo que dije antes, no voy a repetir lo mismo, otra vez, otra vez....	C.Conocimiento	R-D	
352 E	Y tú, Alex ...	C.Conocimiento	R-In	
353 Alex	Yo pienso que a un niño habría que explicárselo más fácilmente, con una estructura adaptada a ellos y a un profesor pues le contaría más " el chapo" , la teoría y todo eso, meterme en más rollo, con palabras más técnicas.	C.Conocimiento	El-S	La ciencia tiene poco que ofrecer como base del razonamiento.
354 E	Vale. ¿ Cómo me lo explicarías a mí? Tú piensa que yo soy tu profesora y te pregunto. ¿ Alex, cómo me explicarías esto? I.	C.Conocimiento	R-In	
355 Alex	Pues te diría todos los procesos necesarios, pero poner nombres es más difícil, le daría una explicación más completa, a un niño sería algo más básico, más agradable, a los profesores hay que explicarles más lo que es el átomo, las fórmulas, más cosas....	C.Conocimiento	Rp-S/ P-Pl	La ciencia como algo misterioso, alejado de la vida real.
356 E.	Tú piensa que estamos en un contexto en que yo soy tu profesor de CC y te pregunto . Explícame lo que ocurre con los átomos cuando el animal muere.	C.Conocimiento	R-In	
357 Alex	Los átomos continúan viviendo aunque el animal muera y desaparezca, pero los átomos no los vemos, continúan viviendo otra vida . No los ves, pero sabes que el proceso continúa que los átomos se van a otros lados y siguen vivos.	C.Conocimiento	El-S	Continuidad de la materia. Transferencia del mundo real al atómico. Desplazamiento.
358 E	Es lo que quiero que me expliquéis .Marta...	C.Conocimiento	R-f-St / R-In	
359 Marta	No, esa no soy yo. (todos se ríen porque llamo a Marta con otra seña personal que no es la suya). Vino bien porque se distendió el ambiente.	Fuera de tarea		
360 Marta	Pues yo le enseñaría lo básico, animándolo, a un niño y a un profesor pues la teoría lo más profundo, lo que es un átomo.....	C.Conocimiento	Rp-O	

TERCERA EXPERIENCIA: DESCOMPOSICIÓN DEL ANIMAL

TURNOS	INTERVENCIONES	MACROCÓDIGOS	MICROCÓDIGOS	COMENTARIOS
361 E	*Pues explicamelo, como se te ocurra*	C.Conocimiento	R-In	
362 Marta	*Pues , es difícil, en realidad no lo sé explicar*	C.Conocimiento	Rf-U-	
363 E	*Ya, ya sé que estáis un poco asombrados por la pregunta, pero relajaros, esto es algo informal.*	C.Conocimiento	Rg-A	
364 Julia	*Ya, es que de algunas cosa yo no tengo ni idea, es difícil explicarlo bien.*	C.Conocimiento	Rf-U-	
365 E	*Sí , es normal , pero estoy segura de que tienes algún tipo de opinión sobre lo que le ocurre a los átomos del animal cuando se muere.*	C.Conocimiento	R-In	
366 Alex	*Ocurre algo con los átomos que no se ve, muere el animal pero aunque no lo veas , sabes que está ahí, a lo mejor con un microscopio lo podríamos ver, investigando...*	C.Conocimiento	El-S	
367 E	*Pues eso es lo que yo quiero que me lo expliquéis como vosotros queráis , como hace Alex, cada uno a su manera.*	C.Conocimiento	Rf-St	
368 Marta	*Ni idea.*	C.Conocimiento	Rf-U-	
369 E	*Anda, a ver . ¿ Cómo me lo explicáis?*	C.Conocimiento	Rg-A / R-In	
370 Marta.	*No responde y mira hacia otro lado , para cambiar de tema.*	C.Conocimiento	UC	
371 Bea	*Mira, lo explico yo.*	C.Conocimiento	R-A / El-S	
372 Bea	*Yo no tengo mucha idea del tema. Yo a un profesor le explicaría. Bueno ahí están los átomos en la carne del animal , el animal se pudre, todo lo que se pudre se fusiona con la tierra, a lo mejor después nace un árbol, es un ciclo...*			
373 Alex	*Yo opino lo mismo.*	C.Conocimiento	Rp-O	
374 Olalla	*Lo mismo que Bea.*	C.Conocimiento	Rp-O	
375 Iria.	*Pues a un niño sería muy sencillo explicárselo, a un profesor habría que utilizar un vocabulario más técnico, es difícil explicárselo.*	C.Conocimiento	Rp-O	
376 E	*¿ Cómo se lo explicarías tú?*	C.Conocimiento	R-In	
377 Iria	*Bufff,,,,espera... Es que yo de química y del átomo no tengo ni idea.*	C.Conocimiento	Rf-U-	
378 E	*Es igual, explícame lo que tú pienses, no son necesarias palabras técnicas.*	C.Conocimiento	R-In	
379 Iria	*El animal muere, los átomos no se van, pero evolucionan pues como decía antes un animal los comerían entrarían dentro de ese animal,.... y así sigue evolucionando.*	C.Conocimiento	El-S	
380 Julia	*Lo mismo que decía antes, es que yo creo que más claro de lo que Bea lo explicó no se puede explicar*	C.Conocimiento	Rp-S / R-A	
381 E	*Es que yo quiero que me lo expliques tú, Bea lo explica a su manera.*	C.Conocimiento	Rg-A	
382 Julia	*Bueno, el animal se muere, con el paso de los días se va pudriendo, esto es un proceso, después se va uniendo a las plantas y a los substratos del suelo y no puedo explicarte bien cual es el proceso que tiene lugar.*	C.Conocimiento	El-S	Interacción química
383 E	*¿ Y tú Marta?*	C.Conocimiento	R-In	
384 Marta	*Lo mismo que dije antes.*	C.Conocimiento	Rp-O	
385 E	*Pero explicamelo un poco más,¿Os dais cuenta de que cuando lo explicáis aparecen más detalles?*	C.Conocimiento	R-In	
386 Alex	*Sí, aparecen más matices(dirigiéndose primero a Marta y luego a la entrevistadora)*	C.Conocimiento	R-A	
387 Marta	*El animal se pudre, pasa a formar parte del suelo, luego de otros animales y el proceso continúa.*	C.Conocimiento	P-Id	Desplazamiento
	Escriben en el papel sus datos .			
388 E	*Antes de que entreguen el cuestionario les digo si conocen el término reacción química y les escribo un a reacción en el encerado,¿ Pensáis que en el proceso del que hablábamos también ocurre una reacción química?*	C.Conocimiento	R-In	
389 Julia	*Claro ya lo hemos dicho.*	C.Conocimiento	R-A	
390 E	*Ajá , ¿ Y en el caso del azúcar?*	C.Conocimiento	R-In	
391 Julia	*Sí también hay un cambio.*	C.Conocimiento	P-In	
392 E	*¿ El mismo tipo de cambio?*	C.Conocimiento	P-Qy	
393 Julia	*No, lo mismo que Cuando el hielo pasa a agua.*	C.Conocimiento	P-Id	
394 Alex	*Dependo de la fórmula, positivo o negativo, habría que mirarlo en el microscopio , todo lo que son fórmulas.*	C.Conocimiento	Rf-U-	La ciencia es ese *algo raro de lo que* nos hablan algunos profesores ,difícil y oscuro, para superdotados.
395 E	*¿ Iria la señal del átomo(pues ella estudió en otra comunidad diferente) que tú usabas era la misma?*	C.Conocimiento	R-In	
396 Iria	*No me acuerdo, sería más o menos semejante, es que no es una palabra que se use mucho.*	C.Conocimiento	P-In	

UNIVERSIDADE SANTIAGO COMPOSTELA