

## DIVERSIDAD Y GEOMETRÍA EN LA ESO. EL CASO DEL ALUMNADO DEFICIENTE AUDITIVO

**Nuria Rosich, Joaquín Jiménez**

*Universidad de Barcelona*

**Rosa M. Latorre**

*Escuela Guinardó*

**Sergi Muria**

*Instituto Torres i Bages*

**RESUMEN:** En la investigación que estamos realizando en el proyecto AUDIMAT desde 2001, queremos reconocer y evaluar las dificultades de alumnado con deficiencia auditiva incluido en clases regulares con la intención de conseguir un aprendizaje matemático (geométrico) que tenga los mismos objetivos que los que proponemos para sus pares oyentes. A partir del diseño de un módulo de aprendizaje a distancia, se comparan los razonamientos realizados por los deficientes auditivos con los de los pares oyentes, en cuanto la visualización y medida de volumen en distintos momentos de un proceso de regulación.

**ABSTRACT:** The aim of the research conducted by the AUDIMAT Project since 2001, is to recognise and assess deaf students' difficulties in regular inclusive classrooms to achieve their mathematics (geometry) learning with as similar results as hearing pairs. A module for e-learning is designed specifically for such purpose. We analyze the both reasoning from hearing - hearing impaired students in different periods in a regulation process for visualization and measurement activities.

**PALABRAS CLAVE:** Visualización, e-aprendizaje, deficientes auditivos, tratamiento de la diversidad

**KEY WORDS:** Visualization, e-learning, deaf students, difference treatment.

### 1. INTRODUCCIÓN

Sabemos que muy pocos deficientes auditivos con sordera profunda acceden a estudios científicos de ámbito superior y pensamos que debemos colaborar a que

cada vez más esos alumnos tengan una buena formación matemática que les posibilite su incorporación a la Universidad. Son varios los problemas que conlleva la educación matemática de este alumnado en la Etapa 12-16 años para afrontar el problema citado. Uno de ellos, es que los docentes de matemáticas tienen dificultades para hacer frente a esta problemática, a pesar de la ayuda que reciben de sus compañeros logopedas sobre todo en el ámbito de la comunicación. Los profesores de matemáticas no fueron formados para ver las dificultades específicas que poseen e interpretar sus respuestas como las del resto de estudiantes sin reconocer sus posibles dificultades y limitaciones. En nuestro trabajo, pretendemos analizar datos de un estudio de caso asociado a un desarrollo de un proceso de estudio sobre visualización, triángulos y volumen, observando el comportamiento de alumnado con deficiencia auditiva de 12-16 años, sus pares oyentes y el desarrollo del grupo. En este artículo se desarrollan dos ejes fundamentales: (1) atender a una problemática de origen social: el enfrentamiento educativo de la discapacidad auditiva y especializada, y (2) colaborar en la formación matemática mediante el desarrollo de un diseño de un proceso telemático que pretende ser interactivo.

El estudio, se inserta en el trabajo del grupo TELEMAT que hemos constituido el 1998 en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática de la Universidad de Barcelona. Los primeros resultados de este amplio trabajo se publicaron en un informe de investigación<sup>1</sup>. Aportamos aquí nuevos resultados y una nueva revisión de los anteriores desde el enfoque de la regulación. Dicho estudio usa las TIC porque el proceso que pretendemos evaluar puede y debe utilizar nuevos medios, y superar el material inerte de los libros, e introducir el elemento interactivo y autoevaluativo. En ese marco, el proyecto AUDIMAT<sup>2</sup> **pretende identificar indicadores de diagnóstico y formación geométrica que permita reforzar las habilidades y destrezas de razonamiento matemático mediante un sistema de teletutorización que implica al alumnado sordo, al profesor de aula y a los tutores**. Para realizar esta tarea es muy importante la colaboración efectiva de todos los agentes implicados en la formación: padres, profesores, comunidad escolar y comunidad investigadora.

Conocemos por estudios anteriores, que una de las dificultades importantes que tiene el alumnado deficiente auditivo profundo oralista<sup>3</sup> en las clases de matemáticas en las escuelas ordinarias, es el de tener la atención dividida entre las explicaciones del docente y el contenido (Rosich 1995), puesto que el alumno ha de leer los labios durante las explicaciones del profesor y atender a las representaciones gráficas de la pizarra. Este es uno de los factores que ayudan a explicar por que su ren-

---

1. Informe de investigación 2001.

2. Este trabajo recibió ayuda de CICYT Proyecto PSO 000659 MEC- 2000-2003 así como las ayudas recibidas de la Divisió V de Ciències de l'Educació de la Universitat de Barcelona.

3. El grado de pérdida auditiva influye no sólo en las habilidades lingüísticas del sordo, sino que también en el proceso de aprendizaje y comportamiento social. Entre las diversas clasificaciones, hay cierta unanimidad en aceptar 4 niveles, correspondiendo la sordera profunda a pérdidas auditivas superiores al 90% de la audición. Nos referimos al término oralista para designar aquellas personas sordas que el lenguaje que utilizan para comunicarse es el lenguaje oral y realizan lectura labial de sus interlocutores oyentes.

dimiento académico es normalmente menor al de sus colegas oyentes. Por tanto, pensamos que el uso del ordenador puede ayudar al alumnado sordo a focalizar la atención en la pantalla y los contenidos en nuestro caso matemáticos, que allí se presentan. Como consecuencia de lo dicho, una de las problemáticas que se tiene en la línea de evaluación en matemáticas es el de reconocer algunas de las dificultades y ambigüedades que aparecen en el desarrollo de tareas de evaluación reguladora y la consecuente interpretación de los significados matemáticos que parece que el alumno ha asumido por parte de los docentes y el propio estudiante en el aula ordinaria. En este tipo de estudios, es importante conocer las dificultades que tienen el alumnado sordo en relación con su par oyente de su misma aula de clase ya que sino pueden ser atribuidas dificultades específicas al sordo que en realidad son de todos los alumnos. Por ello, el objetivo de este artículo es: **identificar rasgos específicos del trabajo geométrico del alumnado deficiente auditivo en el sentido de cultura específica como cita Cobb & Bauersfeld (1995) y reconocer algunas dificultades del proceso de trabajo a distancia.**

## 2. EL FUNDAMENTO TEÓRICO

Para ser sistemáticos, explicitamos el estado de la cuestión en cada uno de los dos marcos de referencia del trabajo que se presenta y se explican a continuación: Matemáticas con deficientes auditivos (2.1), Diseño teleinteractivo de aprendizaje en geometría (2.2).

### 2.1. Un marco de estudio sobre matemáticas y deficiencia auditiva

Son muchas las investigaciones que se han realizado en las décadas de los años sesenta, setenta, ochenta y noventa del siglo XX sobre niños y jóvenes sordos las cuales han girado básicamente entorno a: describir sus capacidades cognitivas y resaltar sus competencias lingüísticas. En Matemáticas se comenzó analizando pruebas para poner de manifiesto las capacidades de razonamiento lógico (sobre todo a partir de los estudios de Piaget) y la capacidad de pensamiento abstracto de las personas con déficit auditivo. En este contexto podemos citar los trabajos de (Suppes en 1974) y los de Wood y col. (1983a, 1984), que utilizaron tests que incluían pruebas matemáticas (en las cuales el lenguaje estaba minimizado), para poner de relieve que sus capacidades para resolver cuestiones matemáticas eran similares a las de los oyentes. Aunque en estas investigaciones mostraron, que en general los alumnos sordos profundos obtenían puntuaciones por debajo de los alumnos oyentes, no se pudo establecer una correlación clara entre sordera y habilidad matemática. Para explicar estas diferencias Wood apuntó que las diferencias encontradas entre los sordos profundos y los oyentes podían ser consideradas además de la sordera, otras causas como podían ser: los medios educacionales, el nivel de inteligencia, el talento matemático, el contexto familiar, etc.

En los últimos años ha habido un esfuerzo importante por conocer las dificultades que tienen los alumnos sordos en la resolución de problemas aritméticos. La hipótesis de que las dificultades fundamentales del alumnado con deficiencia auditiva en la resolución de problemas son de orden lingüístico se ha establecido en

recientes investigaciones aunque se sustentan con problemas de enunciado verbal en aritmética (Carrasumada 1995). Así, sabemos que encuentran dificultades con palabras con significados diferentes en matemáticas que los que se dan fuera de las matemáticas, dificultades con formas de expresión diferentes para un mismo concepto y con el uso de diversidad de símbolos y abreviaturas (Kidd, Madsen & Lamb 1993 citado en Kelly and Mousley 2001). Estos autores concluyen que no se desafiaba suficientemente a los sordos y cuando los problemas crecen en dificultad, dejan mucho más los problemas en blanco que los oyentes, aunque no expresan su ansiedad. Dado que las investigaciones con sordos muestran que éstos desarrollan estrategias similares a las de los oyentes, se cree que en parte son sus actitudes negativas frente a la resolución de problemas los que influyen en su mejora. La investigación de Kelly, Lang, and Pagliaro (2003) mostró además que los docentes de estos alumnos no enfatizan el uso de una verdadera resolución de problemas como deberían. Una de las razones es que piensan que sus sordos no son suficientemente fuertes y hábiles en la lengua escrita. Así, no se suele proponer a los estudiantes tareas de más alto nivel mientras resuelven situaciones problemáticas. Acaban por hacer menos tareas de resolución de problemas con ellos, y por eso los resultados son más débiles. ¿Se reconocerán dificultades semejantes en geometría?

En el ámbito geométrico son muy pocos los trabajos con alumnado deficiente auditivo, quizás por ser considerados como no tan útiles para la vida cotidiana, como los aritméticos. Los trabajos que se han realizado en esta parte de las matemáticas se han centrado en ver sus capacidades geométricas. Entre ellos podemos citar los siguientes: (a) sobre las capacidades de organización del espacio Marchesi (1978 ); (b) sobre los niveles de pensamiento geométrico y la resolución de problemas geométricos con alumnos sordos y oyentes y sus implicaciones para la enseñanza de los polígonos y de poliedros (Rosich, 1995); (c) las concepciones de profesores y estudiantes sordos sobre el signo del triángulo (Mason, 1995); y (d) sobre comunicación-gestual-visual que realizan estudiantes sordos de escuela especial durante dos semanas para diseñar un golf en miniatura de 4 y 8 agujeros (Pleiss,1998) y más recientemente los estudios sobre la influencia del uso de realidad virtual 3D en procesos inductivos de razonamiento.

En esta revisión bibliográfica vemos que existe una falta de trabajos que analicen el proceso geométrico general de este alumnado en clave del desarrollo regulador y nos permita reconocer sus dificultades específicas ayudando a comprender mejor las influencias de los problemas de lenguaje y los de visualización.

## **2.2. Sobre el marco teleinteractivo en geometría**

En los últimos años son varias las investigaciones afines que se han desarrollado analizando dificultades utilizando el ordenador en geometría como herramienta de trabajo, tanto en la enseñanza primaria como en la secundaria. Entre estas investigaciones podemos citar las de Dreyfus y Hadas (1991) que muestran el valor del trabajo geométrico con ordenador pero también nos alertan de los peligros que pueden surgir al trabajar en este medio. Así ellos han observado en su trabajo como algunos estudiantes en geometría espacial tienden a basar sus argumentaciones y conclusiones en la apariencia de los cuerpos geométricos que muestran en la pantalla. Noss

y Hoyles (1996) que desarrollaron el proyecto Playground en Inglaterra, resaltaron la motivación para el trabajo de actividades matemáticas en forma de juegos. Por la proximidad con nuestro trabajo es de resaltar la investigación realizada por Murillo (2001) que analiza la interactividad en un entorno geométrico con actividades de CABRI con alumnado de ESO.

Ahora bien, la mayoría de estos trabajos se han realizado con alumnado oyente y las dificultades que se indican quizás se aplicaran a los alumnos sordos, pero pensamos que no es así. Entre los primeros trabajos que analizan el uso del lenguaje geométrico con deficientes auditivos mediante el uso del ordenador para el aprendizaje de las matemáticas hemos de citar el (Barham y Bishop, 1991). El estudio mostró que era un buen medio para el desarrollo del lenguaje verbal en matemáticas y como un excelente medio de interactividad para generar actividades matemáticas que ayuden a reflexionar y focalizar la atención siempre y cuando estas tareas se presenten en la pantalla de un modo suficientemente variado y atractivo.

Por todo ello, decidimos que nuestro estudio (y la construcción de clase subyacente) se integre en un marco telemático de enseñanza/aprendizaje mediante el uso de entornos constructivistas de aprendizaje (Jonassen y Roher-Murphy 1999) que se caracteriza por considerar los componentes siguientes: (a) **Espacio proyecto-problema:** surge de contextos reales, recorriendo al sistema de actividad que está involucrado en un entorno constructivista de aprendizaje. Tiene tres componentes integrados y altamente interrelacionados: el contexto del problema, la presentación o simulación del problema y su manipulación. (b) **Recursos informáticos:** informaciones (vídeo, recursos sonoros, animaciones...) sobre el objeto soporte de la resolución del problema. (c) **Herramientas cognitivas:** la complejidad de un entorno constructivista de aprendizaje frecuentemente necesita de actividades que los estudiantes involucrados no poseen. En este sentido, *los diseñadores* deben identificar las habilidades que son necesarias en la resolución de un problema y elaborar herramientas cognitivas que ayuden a los alumnos en la realización de las tareas. Estas herramientas cognitivas pueden ser: organización semántica, modelización, interpretación-información, construcción de conocimiento y (d) **Herramientas de conversación y colaboración:** entornos constructivistas de aprendizaje utilizan una variedad de métodos de comunicación mediados por ordenador, que auxilian en la colaboración entre las comunidades de aprendizaje, por ejemplo, videoconferencia, *chats*, lista de discusión... A partir de estas observaciones, nuestro objetivo a medio y largo plazo es establecer una plataforma innovadora, y nuestro objetivo a corto plazo es reconocer los elementos que vamos a introducir en el sistema a partir de lo conocido a priori.

### 3. METODOLOGÍA

Las observaciones se recogen en dos fases: curso 2001-2002 y 2003-2004. En la primera fase se analizaron 2 estudiantes deficientes auditivos y sus parejas oyentes. En la segunda fase 2 parejas más de oyentes y deficientes auditivos.

Se adopta una hipótesis general constructivista sobre el desarrollo y evaluación de los aprendizajes y la formación.

Por tratarse de una investigación en las que se estudian procesos cognitivos de los alumnos en formación y se desea analizar dificultades, se desarrolla una metodología etnografía de tipo descriptivo (de toda la investigación) exploratoria y evaluativa (en algunos momentos de la investigación) mediante estudio de caso sobre teletutorización asistida.

### 3.1. Los sujetos y los datos de la investigación

Resaltamos aquí, que en el estudio global, tratamos con 8 sujetos, cuatro parejas de alumno sordo y su compañero oyente de dos escuelas privadas y dos públicas de Barcelona. Para preservar la identidad de los alumnos que han participado en la investigación se han cambiado los nombres originales de los sujetos. Por el interés especial que tiene describimos las características sólo de los deficientes auditivos.

AN (14-16 años) sordera neurosensorial bilateral regular. Autonomía y autoaceptación normales. Habilidades normales de comunicación en contextos sociales. Usa bien códigos orales y buena comprensión de frases simples. Buen nivel de lenguaje funcional. Baja autoimagen. Nivel general en matemáticas de cerca de 11 años.

LO (14-16 años) sordera profunda neurosensorial bilateral. Muestra algunas asimetrías y dificultades visuales. Necesita adaptaciones textuales, porque tiene dificultades en frases semánticamente complejas. Usa códigos orales. Comprensión auditiva baja aunque funcionalmente aceptable. Lenguaje escrito bien estructurado, y comprensión oral y lectora aceptables. Su nivel matemático se sitúa entorno a los 12 años.

DA (14-16 años) con sordera profunda bilateral regular. Bien integrado en el entorno escolar y bien aceptado por su familia. Tiene un lenguaje oral bastante bien estructurado y bastantes dificultades en el lenguaje escrito.

CLA (14-16 años) con sordera profunda bilateral. Autonomía y aceptación por la familia y el grupo clase buena. Su lenguaje oral está bastante bien estructurado en frases simples y muestra algunas dificultades en el lenguaje escrito.

Junto a ellos, se toman los correspondientes pares oyentes (CL, RO, NA y AL) con características similares desde el punto de vista de sus resultados académicos, a partir de lo que de las indicaciones los docentes.

Se elaboran dos módulos de aprendizaje uno sobre triángulos en la primera fase y otro sobre volumen en la segunda fase.

La investigación se realiza en uno de los subcasos como investigación-acción en que un docente es investigador del equipo.

Se realiza una toma de datos directa a partir de instrumentos como: Entrevistas a docentes, alumnado e informes de los docentes. Observación grabada del proceso de regulación diferida mediante procesos de devolución. Y también, indirecta a partir de: regulación del proceso mediante análisis de las tareas, dossier de clase y otros materiales de aula, así como análisis de tareas realizadas en el ordenador. Las entrevistas son diálogos que reproducen las actividades realizadas para reconocer el significado de las respuestas dadas, que a veces son difíciles de interpretar.

### ***Sobre el análisis de los datos***

Se comienza por identificar los constructos importantes para la elaboración de los **entornos presenciales/virtuales** de aprendizaje/formación/evaluación. A partir de ahí, se pretende: hacer un análisis **comunicativo y del discurso** (para el **Control del sistema de Teleutorización**). También conocer los puntos de interactividad necesarios y ver la efectividad del diseño de la web que será implementada. Para el desarrollo empírico del trabajo de campo y análisis etnográfico interpretativo correspondiente, seguimos los pasos siguientes en cada uno de los instrumentos:

1. Entrevistas y propuestas iniciales reguladoras con el objetivo de reconocer las dificultades preliminares y rasgos específicos.
2. El diseño y ejecución de los módulos con tareas sirve fundamentalmente para el docente, para justificar a posteriori su rediseño y contrastar con el resto del equipo investigador lo que sucede en el proceso.
3. Identificación inicial de resultados en las primeras tareas que sirve para adecuar la planificación docente y situar el alumnado. Identificación de ideas alternativas y estrategias espontáneas, Debe de servir para proporcionar información de éxitos y progresos de los alumnos. A partir, de las características observadas, se pretende reconocer algunas diferencias culturales (entendiendo el alumnado sordo como cultura).
4. Explicitación de los elementos de control informal del proceso que han aparecido. Reconocimiento de contratos intermedios de aprendizaje. Con ello, se pretende la caracterización de los procesos de desarrollo y dificultad a partir de los registros comunicativos.

## **4. RESULTADOS**

Para describir algunos resultados en función de los objetivos previstos, nos centramos en explicar tres aspectos fundamentales: (a) los que muestran las dificultades que surgen del desarrollo inicial (4.1), (b) los que surgen de la regulación interactiva del proceso en la fase formativa y nos muestran características comunes del alumnado con deficiencia auditiva (4.2.) y los que evocan dificultades que se mantienen al final del proceso (4.3). Dado que algunos resultados corresponden a la primera parte fase, el lector puede identificarlos en parte con los del Informe ya citado.

### **4.1. Sobre las entrevistas iniciales y las dificultades del alumnado en las tareas iniciales**

Constatamos ante todo que las entrevistas realizadas en las tareas iniciales de observación de su nivel de visualización no sólo son una metodología de investigación, sino que deben realizarse con diálogos verbales en las aulas regulares por lo menos con este alumnado. Para ello, en estos casos, pensamos que debemos contar con las horas que dedican a estos alumnos los logopedas correspondientes. En la mayoría de los casos estudiados, el análisis comparativo con estudiantes regulares nos ha permitido reconocer dificultades específicas de los sordos en cuanto requieren de una atención mayor por parte de los docentes. A partir de una actividad ini-

cial de comunicación geométrica, se ha podido conocer los niveles lingüísticos geométricos iniciales de este alumnado. Así, no sólo nos muestran dificultades para describir verbalmente lo que ven, y la necesidad que tienen de apoyarse en los gestos, sino que incluso cuando tienen un nivel oral bueno no saben reconocer elementos de variabilidad mediante las acciones de transformación, porque su expresión de la observación es normalmente suma de realidades estáticas. Por ejemplo, reconocen realidades que “implican movimiento video” pero las describen como si fuera un cómic, empleando recursos narrativos que ellos han aprendido a realizar sobre todo en textos descriptivos narrativos. Esto sorprende al docente, que no está habituado con este tipo de dificultad y tiende a confundir esta dificultad a veces con la idea de que no tiene un conocimiento o que éste es débil.

En las tareas iniciales de los módulos didácticos la práctica totalidad de los alumnos en general tienen niveles bajos. El alumnado deficiente auditivo se manifiesta con incomprendiones y responden en muchas ocasiones diciendo que no entienden la formulación de las preguntas correspondientes. Pensamos que este tipo de respuesta responde a las dificultades lingüísticas que tienen y que han interiorizado, además del esfuerzo superior que han de hacer respecto a los oyentes, ante la duda prefieren dejarlo en blanco. Este tipo de comportamiento difiere del de sus compañeros oyentes que en muchas ocasiones también tienen dificultades pero ante las preguntas se lanzan a responder aunque su respuesta sea errónea. Ello es importante, porque nos da una idea del nivel de autoestima concreto de cada alumno deficiente auditivo y nos permite relacionarlo con lo que sabemos de su nivel de lenguaje y nivel de audición.

A partir de las entrevistas de investigación hemos constatado que el papel del docente es fundamental para no dejar este alumnado escondido entre el grupo y reconocer sus dificultades peculiares desde el inicio. Las tareas normalmente escritas que se les proponen no son suficientes en su forma habitual para identificar todos sus problemas. Ya desde este momento deben atenderse las dificultades lingüísticas que poseen y procurar minimizarlas cuidando la elaboración de los enunciados de las tareas y apoyar su desarrollo como sucede en una entrevista de investigación. Constatamos, por tanto, el valor de la experiencia de investigación-acción en el sentido de que amplía el conocimiento profesional del propio docente involucrado.

#### **4.2. El contenido durante el proceso. Dificultades observadas**

En algunas de las experiencias observadas, resaltamos un fenómeno didáctico importante de cómo ante ciertas expresiones de los enunciados de las tareas, la observación docente de los resultados y su preocupación por el grupo-clase, enmascara las dificultades específicas de los deficientes auditivos.

Aparentemente, los docentes creen que todos los enunciados que proponen están claros para todos los estudiantes y se cumplen siempre los prerrequisitos necesarios de una determinada actividad, pero no siempre es así. En las tareas intermedias de los módulos se puede manifestar no sólo las dificultades del alumnado sino las del propio proceso y evidenciar problemáticas específicas de los enunciados de las tareas que no han sido pensados a priori por el docente. En el ejemplo que vamos a mostrar ahora, de la segunda fase, queríamos suscitar una reflexión sobre lo que

significa el volumen como cabida de objetos tridimensionales. Para ello, en la unidad didáctica preparada, hacemos ver que caber se asocia a todo tipo de medidas, como puede ser la longitud, la superficie, el peso... Y así suscitamos la situación siguiente: ¿cuál es la longitud máxima de un tubo rígido que podría caber en la nave industrial (ortoeдро) de una medida numérica dada? La alumna AN no tiene dudas en reconocer la diagonal como la máxima longitud. A continuación, mostramos los datos de una entrevista con uno de los estudiantes deficientes auditivos (LO) para reconocer sus peculiares dificultades. Esta alumna no sólo no entiende lo que es una nave industrial, sino que, después de asimilarla a una caja (y comprenderlo), no sabe representar en el plano el objeto tridimensional. En realidad no parecía relevante para resolver el problema, pero sí que lo es, puesto que si no tiene esta representación no consigue tener una imagen de la situación.

L: Es que no sé como dibujarlo [L. había dibujado un casi rectángulo en el papel]

P: Es que no sabes como dibujarlo, vale ¿Sería como si fuese una caja, no?

L: Sí,

P: ¿Y cómo dibujarías una caja?

L: ¿Con volumen?

P: Claro, con volumen. O ¿has visto alguna vez una caja sin volumen?

L: No **... [Ahí la profesora le ayuda a hacer la representación].**

P: Y cuando hayas practicado más, eh, cuando ya hayas más cajas, cada vez te saldrán mejor.

Después de un largo diálogo, vemos las enormes dificultades y desconocimiento previo de la alumna, una vez resuelta esta cuestión nos podemos adentrar en el proceso de resolución, y es entonces cuando encontramos otro tipo de dificultad en el enunciado verbal de la pregunta. El diálogo, en este caso actúa como auténtico regulador en la construcción de Lorena de la solución al problema planteado. En él, la docente actúa con claridad, no corrige inmediatamente el error, propone situaciones de reflexión, anima incentivando e indicando lo correcto, provoca contrastes, pistas para acciones futuras. Aparecen diversos momentos de descubrimiento matemático en el diálogo: (1) La alumna reconoce como máximo la altura, (2) rectifica porque reconoce que un lado es mayor, (3) necesita comparar los segmentos iguales que hay en un ortoeдро, (4) reconoce a partir del diálogo que la diagonal de la base es aún mayor, (5) finalmente ve que la diagonal del ortoeдро es la longitud mayor. Veamos a continuación como en el primer momento no tiene clara la demanda del problema, porque identifica máximo con mayor en un caso particular.

P: ... Me has dicho que lo máximo que podemos colocar era la altura,

L: Sí

P: ¿Sí?

L: Pero yo pensaba que era por dentro, o sea el plano.

P: Sí, si, por dentro, por dentro. Ah, o sea que te pensabas que era esto, si tienes una pared la altura.

L: No, no, yo pensaba que era por dentro de la nave...

P: Claro. Es por dentro, por dentro.

L: Yo había contado también el suelo de...

P: Mira (la profesora le muestra la caja).

L: Yo había contado también el suelo.

P: Si, si, es que es todo.

P: Vale, nuestra nave. Esta es nuestra nave.

L: No.

P: ¿Por dónde podemos colocar una viga o un tubo?

L: Por fuera, por dónde quiera.

P: A ver, piensa... Sacamos la tapa, pero piensa que aquí hay techo. Vale.[...].

En el segundo momento, la profesora trata de ver si tiene claro lo que significa máximo. A partir de la demanda de la profesora de si hay otro segmento mayor, Lorena "se da cuenta" de que el segmento indicado no es el mayor, porque por dentro puedes poner más cosas y la horizontal es mayor que la altura. Pero no le es suficiente para resolver la situación, y se entretiene en comparar los lados del prisma que son iguales.

P: ¿Cuál es la longitud máxima?

L: Esta que es más... [señala el lado mayor de la base].

P: Este que es más grande. Más grande que esta, la que decías. [señala el menor].

L: Sí.

P: Vale. ¿Hay alguna otra más grande todavía?

L: Esta de arriba, ¿no? [señala una arista paralela a la que indicó antes].

P: ¿Esta de arriba, y esta de abajo cómo son?

L: Iguales.

P: Iguales. Por tanto, estas dos no me sirven.

L: ¿Una más grande?

P: Hay una más grande. A ver, piensa coge si quieres la caja, mírala bien.

L: ¿Más grande?

P: Sí, hay una más grande.

L: Si estas dos partes son iguales, estas dos iguales.

P: Quiere decir que quizás no está en estas partes, sino que es otro lugar.

L: Este es más pequeño [señala la altura, y luego el lado menor de la base].

P: Es más pequeño, aja.

L: Este es igual.

Sólo después de mirar la caja, y ante la provocación de que EXISTE una longitud mayor, trata de imaginar la situación de nuevo, y finalmente piensa en la diagonal de la base. Con ello, nos apercebimos de que la variabilidad del proceso no está siendo percibida por la estudiante. Se conforma con una más grande, pero no "la más grande". Este fenómeno queda escondido a menudo en el interior de un diálo-

go de grupo, en el que buena parte del alumnado reconoce inmediatamente que la diagonal del ortoedro es la medida buscada. Con ello, se produce un efecto inesperado como es el hecho que estos alumnos al “perder de vista el enunciado” el problema deja de tener sentido. Tanto es así, que LO pretende medir la diagonal para responder, quedando sin reconocer el objetivo del problema como es el descubrimiento de una medida desconocida a partir de las otras conocidas por medio de cálculos aplicativos del Teorema de Pitágoras.

La subdivisión del problema en partes es la estrategia a seguir globalmente para acabar resolviéndolo. Los docentes que han comprendido la necesidad de atender más a estos alumnos, sin paternalismos, han obtenido mejores resultados.

En algunos aspectos, reconocemos concepciones (Balacheff 2000) de los deficientes auditivos más débiles que las de sus pares oyentes. Por ejemplo, en aquellas tareas que contienen implicaciones lingüísticas como en la identificación de situaciones clasificatorias no dicotómicas y en tareas reflexivas en las que se asocian imágenes a contenidos. Todo ello dificulta la creación de imágenes y relaciones entre ellas. En especial, les cuesta entender enunciados en las que aparecen negaciones vinculadas con tiempos pasados. En efecto, ante los enunciados de las tareas, el alumnado con deficiencia auditiva tiende a simplificarlos, transformándolos en formatos más comprensibles, lo que no siempre lleva a una interpretación correcta de la demanda (Rosich y Serrano 1998). La persona deficiente auditiva tiene dificultades en interpretar situaciones complejas, ya que no tiene los referenciales como el oyente.

La lección aprendida en este y otros episodios, es que ante la dificultad de establecer un “proceso adecuado con preguntas bien enfocadas” no se suele reconocer que en determinadas situaciones no es suficiente el reconocimiento verbal de un enunciado, sino que hay expresiones que implican reconocer la variabilidad de un proceso y provocan una dificultad específica para los deficientes auditivos. Darse cuenta de que existe un máximo absoluto exige reconocer una cierta funcionalidad al considerar la distancia entre dos puntos de un objeto que crece en determinados valores, y luego decrece a partir de un punto”. Además, constatamos que la regulación de grupo no resuelve este tipo de problemas porque el docente no puede estar siempre pendiente de Lorena y olvidar el resto del alumnado, y por eso debe establecerse algún tipo de regulación individualizada. Por ello pensamos en el futuro, ofrecer un sistema de ayudas especiales para contrastar la variabilidad de procesos matemáticos que ofrece sin duda la tecnología. En este sentido nuestro descubrimiento es un enfoque diferente de la distinción entre figura y dibujo que se propone en el uso de programas como CABRI o similares (Laborde, 2001) puesto que indicamos ahora el valor autoregulatorio formativo de estos procesos de variabilidad.

Las respuestas del alumnado, en general del grupo clase, a las tareas de autoregulación intermedia no sólo nos han permitido ver la evolución sino que contribuyen a afianzar la autoestima. En ellos vemos que se sobrevaloran en algunos casos y en otros –por el contrario– se consideran muy por debajo de sus pares oyentes en general. Todos los alumnos del estudio han mostrado dificultades ante las expresiones hipotéticas, y argumentaciones que impliquen condicionales. Este hecho tiene una lectura textual para el docente que interpreta sólo que no resolvió el problema matemático y no se “ataca” el problema como dificultad de lenguaje más que mate-

mática (Silvestre et al 1998). Asimismo, como en ocasiones se pierden el contexto de referencia por las dificultades de información, no comprenden bien la situación.

Por otro lado, tienen muchas dificultades en la verbalización de situaciones de movimientos (en nuestro caso de situaciones dinámicas geométricas) en las que no expresan los elementos relacionales. Y también presentan grandes dificultades en las justificaciones en situaciones demostrativas (teoremas de Thales y de Pitágoras) cuando los procesos constructivos asociados no están suficientemente sólidos.

### 4.3. Observaciones sobre las actividades finales de los módulos

Al término de estas actividades de aprendizaje se desarrolla una regulación que prepara el control final. En ella, tratamos de que el alumnado sordo y oyente reflexionen sobre su aprendizaje y vean lo que no saben o no tienen consolidado. Se realiza un ejercicio de control para detectar los progresos y competencias adquiridas. A lo largo de las tareas reconocemos dificultades específicas de muy diversos tipos. Algunas de ellas fueron descritas en el informe de investigación de la primera parte. Una de ellas es la construcción de argumentaciones lógicas que sean coherente no sólo semánticamente bien construidas, sino que también utilicen correctamente los conceptos geométricos implicados. Así cuando la situación exige varias observaciones, o se muestra una forma negativa, el alumnado trata de dar una respuesta coherente pero los sordos no saben ajustar los argumentos (Giménez et al 2002). No es suficiente el conocimiento que pueda haber trabajado con los logopedas de las frases causales o condicionales nivel de textos narrativos, no matemáticos. Los argumentos geométricos a veces son hipotéticos y, por ello, descontextualizados o se trata de generalizaciones. Los deficientes auditivos tienen dificultades para enfrentarse a ellos, entre otras cosas porque carecen del lenguaje apropiado significativo para establecer las relaciones. Los argumentos lógicos usan un lenguaje diferente en las aulas de matemáticas que en la “lógica del sentido común” y para ellos en cambio, lo están relacionados con lo que consiguen percibir de inmediato. Algunos alumnos sordos desconocen las implicaciones de determinados significados. Así, ante los frecuentes “abusos de normas de lenguaje” que se usan en las aulas regulares, los docentes no son conscientes de las implicaciones en estos casos puesto que los deficientes auditivos no pueden incorporar ese juego de lenguaje fácilmente.

Así por ejemplo, en la resolución del problema siguiente de la primera fase: “En la copa de un árbol de 4m de altura hay un nido de golondrinas. Cada mañana, Cristina les lleva comida, pero se la deja a 3 m. del pie del árbol. A) Dibuja lo que te dice el problema. B) La golondrina va directamente al alimento en línea recta. ¿Qué distancia recorre? ¿Cómo los has resuelto? C) A cierta hora del día, la sombra de ese árbol mide 3 m. y la sombra de la torre es de 12 m. ¿Cuál es la altura de la torre? ¿Cómo los has sabido? ¿Has usado el mismo razonamiento que en el problema de la golondrina?”

A continuación recogemos en forma de tabla las distintas respuestas dadas por todos los alumnos del grupo de estudio:

Alumno/a Sordo/a				Alumno/a Oyente			
	Representación 1	Respuesta 1	Respuesta 2		Representación 1	Respuesta 1	Respuesta 2
<b>AN</b>	Dibuja incorrectamente su representación porque sitúa los 3 m. de la distancia de la comida sobre el árbol y a continuación los 4 m. de altura del nido.	Suma la altura y la distancia al pie del árbol.	8 m. porque resta las sombras.	<b>CL</b>	Realiza correctamente el dibujo.	5 m. y lo resuelve mediante Pitágoras.	Utiliza Pitágoras en lugar de Thales y le da que la torre mide 11 m.
<b>DA</b>	Dibuja el nido a 4 m. de altura y la comida del árbol a 3 m. del suelo.	No lo sé.	15 m., pero no justifica la respuesta ni hace el dibujo.	<b>RO</b>	Correcto inicialmente pero cuando ha de interpretar el recorrido de la golondrina (y por tanto ha de trazar la hipotenusa del triángulo) no la dibuja.	4 m. y va en línea recta.	En blanco.
<b>CLA</b>	Dibuja un triángulo rectángulo con un cateto de 3 m. y la hipotenusa de 4 m.	No lo sé.		<b>NA</b>	En blanco	En blanco.	En blanco.
<b>LO</b>	Dibuja el nido a 4 m. y la comida en el árbol a una altura de 3 m.	Recorre 1 m. porque lo resta.	Utiliza proporciones y le da 15,6 por la aproximación de las comas. Correcto excepto el error del cálculo.	<b>AL</b>	Dibuja un palo con las medidas graduadas de 0 a 4 m. y sitúa la comida a 1 m. del suelo.	Porque le deja la comida a 2 m.	15 m. porque he sumado la dos sombras.

Podemos ver por las respuestas, que esta actividad les ha resultado bastante compleja a todos los alumnos (sordos y oyentes), ya que habían de representar primero la situación del problema y después aplicar el teorema de Pitágoras. Para responder a la pregunta C) tenían que utilizar un dato de la primera parte del problema. Si bien esperábamos que los alumnos tuvieran dificultades en la resolución de este problema sobre todo en la segunda parte del enunciado, lo que nos ha sorprendido es que

los alumnos sordos de nuestra investigación han tenido dificultades en donde situar correctamente el punto donde se deja la comida. En el caso de los alumnos oyentes dos alumnos inicialmente dibujan correctamente la situación, pero uno de ellos cuando ha de trazar el recorrido de la golondrina no lo dibujó, con lo cual no resuelve el problema. También AL alumno oyente sitúa la comida a 1m. del suelo, hemos de comentar que este alumno si bien es oyente tiene dificultades en el lenguaje, sobre todo en la expresión, por este motivo fue escogido como par del alumno oyente. Respecto a la segunda parte del problema ha sido precisamente una alumna sorda que realizó la experiencia en la segunda fase, la que resuelve correctamente la pregunta aplicando las proporciones.

Es muy sintomático el detalle de que la alumna sorda AN que representa un lindo pajarito en la cima del árbol y sitúa correctamente la medida con flechitas. Pero no comprende la frase "Cristina pone un alimento a 3m de la base del árbol", ya que lo pone en el propio árbol y no en el suelo.

## 5. CONCLUSIONES

El análisis final con los 8 alumnos muestra como no es atribuible a todos los sordos la misma dificultad como tampoco el decir que los oyentes no tiene unas dificultades lingüísticas.

En este tipo de experiencias se muestra la necesidad de contrastar el razonamiento lógico habitual ligado a representaciones perceptivas o bien la aceptación de normas matemáticas geométricas.

A partir de los ejemplos explicados, encontramos dificultades comunes geométricas especializados del alumnado con deficiencia auditiva incluido en clases regulares como cultura específica, aunque también hemos de señalar que estos alumnos muestran más variabilidad en los resultados que sus compañeros oyentes, ya que se ha de tener en cuenta las dificultades geométricas también las diferencias de lenguaje según cada sujeto. Entre los resultados encontrados podemos señalar que los alumnos sordos de nuestra muestra: (a) realizan conexiones directas palabra-imagen con dificultad en asociar posibles cuestiones asociadas a la imagen, (b) efectúan interpretaciones inmediatas de que un proceso de demanda del docente casi siempre está relacionado con una actividad de identificación, (c) tienen dificultades en aceptar clasificaciones no dicotómicas, (d) dificultades específicas en la interpretación de propiedades matemáticas como reglas de existencia, y (e) dificultades en reconocer que existen diversas posibilidades de definir caracterizando conceptos geométricos mediante propiedades diferentes.

Observando la prueba final, también encontramos respuestas favorables del alumnado sordo frente los pares oyentes en algunos ítems, como ha sido el caso de este problema de la golondrina en la segunda parte del problema que ha sido precisamente una alumna sorda la que lo ha resuelto correctamente la pregunta aplicando las proporciones. Esto nos anima a seguir investigando con más alumnado tanto con deficiencia auditiva como con pares de oyentes.

Algunas dificultades lingüísticas encontradas en algunos alumnos sordos nos llevan considerar que se han de considerar adaptaciones específicas en los enunciados

de las actividades de regulación, intentando evitar expresiones o palabras que puedan llevar a confusión. Creemos que estas son del tipo siguiente: evitar al máximo subordinadas y conjunciones, fomentar descripciones, evitando al máximo tiempos verbales subjuntivos y, tratando de que las frases sean cortas, ya que bien éstas centran su atención, pierden información de los contextos. Asimismo, reconocemos la necesidad de ayudas visuales textuales específicas en el momento que se describen procesos, mediante textos aclaratorios que se activan al pasar el ratón por encima o el uso de recursos como cómics que sugieren el desarrollo de la actividad de forma manipulativa para conseguir que se imagine el contenido correspondiente. Además de las ayudas estructuramos apoyos, organizadores y significadores que podrían servir para todo tipo de alumnado (oyente o no). Por otra parte consideramos que las actividades deben ser variadas Gorgorió (1998) en cuanto al enunciado, que faciliten estrategias distintas, promuevan estructuración, procesamiento y aproximación, fomentando contenido figurativo o no, con introducción adecuada a los códigos representativos utilizados.

En cuanto a los logros, se dan comportamientos análogos a los comportamientos de oyentes con niveles de vocabulario y rendimiento semejantes en tareas de identificación visual inmediata, y reconocimiento de nociones topológicas como separación, superposición y vecindad. Estos elementos parece que han sido bien asumidos en la Educación Primaria. Constatamos anclajes en el uso de libros escolares y de recursos didácticos en los que el contenido geométrico tiene un tratamiento descontextualizado que hacen que el alumno deficiente auditivo y también oyente pueda atribuir el significado correspondiente. Así por ejemplo vemos dificultades comunes en establecer conexiones entre ideas o nociones y referenciales como es la distinción entre perímetro y área, asociación de tipos de triángulos con nombres en situación de clasificación, así como dificultades en reconocer aplicaciones de contenidos aparentemente inmediatos.

Después del estudio realizado, evidenciamos que la intervención y desarrollo regulador fue positivo y contribuyó al acceso del alumnado sordo al currículo regular de todos sus compañeros/as. En cuanto a las competencias, un análisis comparativo de los resultados sordos/oyentes sugiere que se avanza un punto en los niveles de Van Hiele en un 50% de ellos. Constatamos que el alumnado sordo muestra aún más variabilidad que los oyentes, estando de acuerdo en este punto con Word et col. pues que además de tener en cuenta las dificultades propias de todo el alumnado en el aprendizaje geométrico, se han de considerar las pérdidas auditivas, y el nivel de lenguaje de los alumnos sordos, y la comprensión escrita de estos alumnos. Las dificultades de lenguaje previas de los estudiantes con déficit auditivo no han podido definirse ni atacarse completamente pero reconocemos que el uso mayor de imágenes, modelos y acompañamientos analógicos mediante sistemas gráficos ha ayudado a su progreso. El trabajo colaborativo ha contribuido a su mejor desarrollo porque el que aprende construye su propio significado en colaboración con los otros. Por ello es importante orientar procesos de evaluación formativa colaborativos junto con los instrumentos individualizados. Además, actuar sobre los elementos motivacionales a partir del diseño de las propias actividades, tanto de aprendizaje como de evaluación, individualizados ha sido importante con este tipo de alumnado. Con esta inter-

vinción conseguimos también que mejore su autoestima pero debemos reconocer que los elementos cognitivos se enmascaran con los afectivos.

Es difícil mantener el diálogo necesario y exigente que requiere en alumnado deficiente auditivo pero consideramos que algunos de estos (no todos) necesitan verbalizar con los especialistas logopedas tareas matemáticas reguladoras independientemente de la acción docente. Por otra parte, constatamos que se consiguió mejoras si se especifican, estructuran e instrumentalizan de forma reguladora los procesos de formación desarrollados, los procedimientos de interpretación, interacción y reflexión en sesiones específicas de síntesis, procurando que el alumnado con deficiencia auditiva intervenga en público.

Con todo, aunque no tenemos evidencias contundentes, tenemos muestras de que se produce un conjunto de rasgos específicos del alumnado sordo en cuanto a sus dificultades lingüísticas y estructurales en la construcción de entidades geométricas. Si bien no hemos conseguido una completa comunidad de práctica (Wenger 2001) el entorno implementado ha permitido que en algunos aspectos se dan comportamientos colaborativos más positivos que los de los correspondientes oyentes. Así, por ejemplo, aumenta la motivación si se insiste sobre ellos, sin paternalismos, y aumenta el interés en cuanto hay éxito en el desarrollo de pruebas, que se convierten en elementos de aprendizaje a medida que se van respondiendo, mucho más que en los oyentes. Y en aprendizajes en que se dan soportes visuales inmediatos, se observan algunos casos en los que el razonamiento lógico es más potente que en los pares oyentes. Entendemos que resolver algunas de esas dificultades minimiza el rol de controlador del docente y le deja tiempo para ser un buen observador. No olvidamos que lo que pretendemos con los soportes de regulación es sustituir la entrevista que haría el docente y que no siempre hay tiempo para hacerla.

Para terminar, indicamos que es necesaria una formación docente específica. Las acciones de regulación presencial y teleinteractiva han evidenciado dificultades que provienen de comportamientos docentes en los que no se sabe aún muy bien como enfrentar la integración. Así, debemos indicar como este tipo de investigación tiene un beneficiario secundario que es el propio docente e, incluso a veces, los propios investigadores. En un proceso de investigación en la acción con alumnado con déficit auditivo integrado se refuerza la acción y reflexión del docente implicado. Ello beneficia al grupo clase global, porque se hace una reflexión sobre la práctica docente y sus efectos. En concreto, en esta parte de evaluación, en la necesidad de ejercer una labor más profesional de atención especializada. Se promueve la integración de todos los intervinientes en el proceso: logopedas, padres e investigadores.

Las dificultades y limitaciones fundamentales provienen de las exigencias del propio estudio de caso, que dificulta la generalización: requerimientos de material informático (no siempre disponible) para generalizar el estudio; necesidad de mayor formación permanente del profesorado trabajando con alumnado con necesidades especiales; etc. Las interacciones reguladoras a través de mediaciones por Internet favorecen el desarrollo de un profesional crítico en algunos aspectos, sin embargo la investigación aquí descrita nos muestra que aún tenemos otro gran desafío que es pensar en como desarrollar y profundizar una reflexión y contraste teórico en ambientes de aprendizaje de corta duración colaborativos (Wood, 2001). Tal

demanda no se refiere a los ambientes virtuales, sino para todos los escenarios formativos (Bellamy 1996). A partir de un análisis de la actividad colaborativa (Zack, V y Graves, B 2001) de la acción docente en el aula, los propios profesores seguramente mejorarían su práctica y atención al alumnado deficiente auditivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALSINA, C., BURGUÉS, C. y FORTUNY, J. M. (1987). *Invitación a la didáctica de la geometría*. Madrid: Síntesis.
- BALACHEFF, N. (2000). "Entornos informáticos para la enseñanza de las matemáticas: complejidad didáctica y expectativas". En Gregorio, N., Deulofeu, J. y Bishop, A. (eds.). *Matemáticas y Educación: Retos y cambios desde una perspectiva internacional* (pp.70-88). Barcelona: Graó ICE-UB.
- BARHAM, J. y BISHOP, A. (1991). "Mathematics and Deaf Child". En Durvin, K. y Shire, B. (Eds). *Language in Mathematical Education: Research and Practice*. Manchester. Open University Press.
- BELLAMY, R. K. E. (1996). "Designing educational technology". En Nardi, B.A (ed.). *Context and Consciousness*. Cambridge, USA: MIT Press.
- CARRASUMADA, C. (1995). *Proceso de resolución de problemas aritméticos en alumnado sordo*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- COBB, P. y Bauersfeld, H. (eds) (1995). *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- DREYFUS, T. y HADAS, N. (1991). "Stereometrix-A Learning Tool for geometry Visualization in Teaching and Learning Mathematics". En Zimmermann y Cunningham (1991). *Visualization in teaching and learning mathematics*. Washington, USA: Mathematical Association of America, 87-94.
- GILLBORN, D. y GIPPS, C. (1996). *Recent research on the achievement of ethnic minority pupils*. Londres: HSMO.
- GIMÉNEZ, J. et al (2002). *Análisis de casos de construcción geométrica con ayuda hipermedia con alumnado deficiente auditivo*. AUDIMAT. Informe de Investigación. Barcelona: Universidad de Barcelona. Disponible en: <http://www.ub.es/div5/cinquena/pdf/telemat.pdf> [Última consulta: 22/03/2006].
- GORGORÍO, N. et al (1998). "Exploring the functionality of visual and non-visual strategies in solving rotation problems". *Educational Studies in Mathematics*, 35, 207-231.
- JONASSEN, R. y ROHRER-MURPHY, A. (1999). "Activity theory as a framework for Designing Constructivist Learning Environments", *ETRD n1,47*, 41-79.
- KELLY, R. R. y MOUSLEY, K. (2001). "Solving word problems: More than reading issues for deaf students". *American Annals of the Deaf*, 146, 251-262.
- KELLY, R. R., LANG, H. G., MOUSLEY, K. y DAVIS, S. (2003). "Deaf college students' comprehension of relational statements in arithmetic compare problems". *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8 (2), 120-132.
- KELLY, R. R., LANG, H. G. y PAGLIARO, C. M. (2003). "Mathematics word problem solving for deaf students: a survey of perceptions and practices". *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8 (2), 104-119.

- LABORDE, C. (2001). "Integration of Technology in design of geometry task with Cabri geometry". *International Journal of computers for Mathematical Learning*, 6, 283-317.
- MARCHESI, A. (1978). *El desarrollo de la representación espacial en el niño sordo*. Mimeo. INCIE.
- MASON, M. (1995). "Geometric knowledge in a deaf classroom: An Exploratory Study". *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 17 (3), 57-69.
- MURILLO, J. (2001). Un entorno interactivo de aprendizaje con Cabri-actividades aplicado a la enseñanza de la geometría en la ESO. Tesis Doctoral. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible en: <http://www.tdx.cesca.es/TDX-0710101-030847/>. [Última consulta: 22/03/2006].
- NOSS, C. y HOYLES, C. (1996). *Conexiones entre dominios matemáticos distintos: el caso de la geometría y el del álgebra*. Proyecto de investigación Laboratorio Leibniz del IMAG (Instituto de Matemáticas Aplicadas de Grenoble).
- PLEISS, L. (1998). "A "Hole in one" for Communication: Geometry Project Lines Up Math Skills and Hearing/ Deaf Cooperation". *Perspectives in Education and Deafness*, 17, 6-9.
- ROSICH, N. (1995). *Los niveles de pensamiento geométrico y la resolución de problemas geométricos con alumnos sordos y oyentes: implicaciones pedagógicas*. Tesis doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- ROSICH, N. y SERRANO, C. (1998). "Las adquisiciones escolares: aprendizaje en matemáticas". En Silvestre, N. (coord.). *Sordera. Comunicación y aprendizaje*. Barcelona: Mason, 133-141
- (2002). "L'alumnat sord a l'etapa primària: les matemàtiques". En GISTAL. *L'alumnat sord a les etapes infantil i primària. Criteris i exemples d'intervenció educativa*. Barcelona: UAB.
- SILVESTRE, N. et al. (1998). *Sordera. Comunicación y aprendizaje*. Barcelona: Mason.
- SUPPES, P. (1974). "A Survey of Cognition in Handicapped Children". *Review of Educational Research*, 44m (2), 145-176.
- WENGER, E. (2001). *Comunidades en práctica*. Barcelona: Paidós. Texto original *Communities of practice: learning as a social system*. (1998) Disponible en: <http://www.co-l-l.com/coil/knowledge-garden/cop/lss.html>.
- WOOD, T. (2001). "Learning to teach Mathematics differently: Reflection matters" *Proceedings 25<sup>th</sup> PME. Utrecht*, IV, 431-438.
- WOOD, D. (1983a). "El desarrollo lingüístico y cognitivo en la deficiencia auditiva". *Infancia y Aprendizaje*, monográfico, 201-222.
- WOOD, D.; WOOD, H. y HOWARTH, L. (1983b). "Language, Deafness and Mathematical Reasoning". En Rogers, D. R. y Sloboda, J. A. (eds.). *The Acquisition of Symbolic Skills*. New York: Plenum Press, 233-239.
- WOOD, D. et al. (1984). "The Mathematical Achievement of Deaf Children from Different Educational Environments". *British Journal of Developmental Psychology*, 54, 254-264.
- ZACK, V. y GRAVES, B. (2001). Making mathematical meaning through dialogue: once you think of it, the z minus three seems pretty weird. *Educational Studies in Mathematics*, 46, 229-271.