

**Máster en profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,  
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

**Especialidad en Biología y Geología**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2011-2012**

**EL LENGUAJE DEL EBRO**

Autora: LUCÍA GRACIA FLETA

Directora: MARÍA JOSÉ GIL QUÍLEZ



**Universidad**  
Zaragoza

## Índice

- Introducción.....	2
- Marco teórico.....	2
- Contextualización.....	7
- Desarrollo de la Unidad Didáctica.....	8
- Propuesta de investigación y metodología.....	11
- Resultados.....	15
- Conclusiones, reflexiones y dudas.....	21
- Bibliografía.....	24
 -ANEXOS:	
- ANEXO I: Desarrollo de las actividades de la Unidad Didáctica: Una mirada distinta al río	
- ANEXO II: Guion proporcionado a los alumnos con las fichas de análisis	
- ANEXO III: Clave dicotómica de identificación de macroinvertebrados	

## **Introducción**

“Hacer investigación educativa significa aplicar el proceso organizado, sistemático y empírico que sigue el método científico para comprender, conocer y explicar la realidad educativa, como base para construir la ciencia y desarrollar el conocimiento científico de la educación” (Bisquerra, R., 2009). La investigación en educación pretende encontrar explicaciones que nos permitan conocer la realidad y buscar soluciones a los distintos problemas que se plantean sobre todos los elementos que componen el sistema didáctico: los profesores, los alumnos, las distintas materias y el medio.

Desde “Pensamiento y lenguaje” de Vygotsky se ha hablado e investigado mucho sobre el lenguaje en la educación y, dentro de la didáctica de las ciencias experimentales, el uso del lenguaje en la enseñanza de las ciencias es un tema de investigación en auge. Por ejemplo, el Proyecto RODA (razonamiento, discusión, argumentación) de Santiago de Compostela, Jiménez Aleixandre sobre argumentación, Neus Sanmartí et al, Sutton, Lemke, etc.

En este trabajo se ha llevado a cabo una pequeña investigación sobre el lenguaje en la enseñanza de las ciencias dentro del desarrollo de un trabajo de innovación docente. El trabajo se ha centrado en el lenguaje usado por los alumnos para transmitir sus conocimientos sobre un tema concreto.

El tema sobre el que se ha trabajado fue el ecosistema fluvial y para ello se uso el contexto concreto del Soto de Cantalobos de Zaragoza.

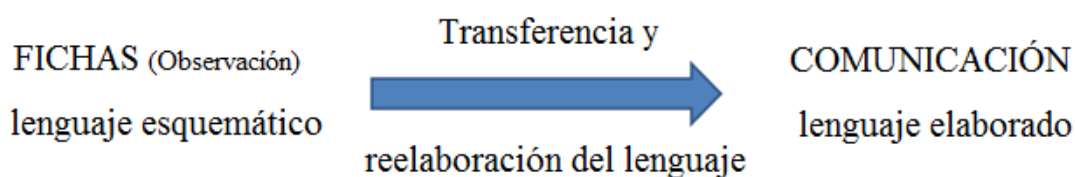
El agua y todo lo relacionado con ella ha sido objeto de muchas investigaciones en diferentes campos y desde diferentes puntos de vista. Un ejemplo de ello es la investigación de Carmelo Marcén en su Tesis doctoral: El agua, argumento educativo en la enseñanza obligatoria y en el sistema social. En este caso, nos vamos a centrar en distintos aspectos del lenguaje usado por los alumnos para hablar del agua y de todo lo que la rodea en la naturaleza.

## **Marco teórico**

La Unidad Didáctica propuesta (las actividades están descritas en el Anexo I) se podría utilizar como marco para diversas investigaciones ya que con ella se trabajan distintos aspectos. Se podría centrar la investigación en el trabajo de campo, en el trabajo de laboratorio o en el trabajo en grupo, además de en distintos aspectos relacionados con el lenguaje (formulación de preguntas, argumentación...)

En este caso nos hemos centrado en el trabajo que deben realizar los alumnos con las fichas que se utilizan para analizar la calidad del ecosistema fluvial. Para llevar a cabo este trabajo los alumnos deben observar su entorno para rellenar las fichas, tienen que utilizar el conocimiento y las conclusiones a las que lleguen para solucionar las cuestiones que se les plantean y deben presentar por escrito los resultados y exponerlos oralmente.

Por lo tanto deben observar el entorno, transferir sus conocimientos a otras situaciones y tienen que ser capaces de, a partir del lenguaje esquemático de las fichas (Anexo II), construir conocimiento y comunicarlo.



## **OBSERVACIÓN:**

La observación nos puede descubrir un mundo nuevo. Los científicos hacen observaciones para aprender del mundo y los niños observan su mundo para aprender de las cosas cotidianas que les rodean (hábitos, lenguaje, comportamientos, manejo de objetos...).

La observación es la práctica más generalizada y fundamental de todas las ciencias modernas. Observar educa los sentidos, calibra el juicio y escoge los objetos de la investigación científica (Daston, Mayer, Munz, Sturm, y Wilder, 2005). Las hipótesis se formulan basándose en lo que se observa y los datos que hacen que esas hipótesis se fortalezcan o sean refutadas están basados en la observación (Eberbach y Crowley, 2009).

El principal instrumento para observar son los sentidos pero también tienen una gran importancia diversas herramientas que nos ayudan a hacer visible lo invisible como los microscopios, los telescopios, las placas fotográficas o los cuestionarios (Daston et al., 2005).

Si enseñamos a los alumnos a utilizar y observar con la lupa o el microscopio, ¿por qué no se les enseña a observar con “gafas” de científicos o expertos?

La observación parece fácil, parece algo simple, básico y obvio (algo pasa, es observado y se registra) por lo que los alumnos pueden ser dirigidos a observar, comparar y describir los fenómenos sin un adecuado contexto disciplinar o de apoyo. Pero la observación experta es una práctica compleja que requiere la coordinación de los conocimientos disciplinares, la teoría, y los hábitos de atención (Eberbach y Crowley, 2009).

¿Cómo vamos a observar si no sabemos lo que tenemos que mirar, por qué lo miramos ni cómo debemos mirarlo?

Por ejemplo, en el caso de nuestro estudio, observarían de forma distinta y fijarían su atención en distintos aspectos del ecosistema fluvial un ornitólogo, un experto en botánica, un químico o un ingeniero ya que cada uno de estos expertos tiene estructuras mentales organizadas de forma diferente según su disciplina y de las que los novatos todavía carecen.

Por esto, para que los alumnos puedan ser observadores científicos necesitan que se les enseñe a observar de forma sistemática, a comparar y a describir. Para que los estudiantes puedan desarrollar nuevos conocimientos y asociar sus observaciones con el razonamiento científico las observaciones deben estar conectadas con el contexto teórico (Eberbach y Crowley, 2009).

Una de las herramientas más usadas por los biólogos para observar de forma sistemática, para mirar más allá de la superficie e inferir relaciones no evidentes son las taxonomías. En nuestro caso, se guía la observación de los alumnos en el laboratorio con una clave dicotómica que les permite identificar a los macroinvertebrados hasta el nivel de familia. Así, los alumnos pasan de ver un “bicho con forma de gamba” en la placa de Petri a, después de observar siguiendo la clave, saber que tienen un organismo de la familia Gammaridae.

Los niños y adolescentes pueden desarrollarse como observadores científicos pero para ello necesitan tener el conocimiento, las herramientas y experiencias necesarias para apoyar su razonamiento (Eberbach C. and Crowley K., 2009).

La observación podría ser, en conclusión, uno de los pilares importantes sobre los que descansa el conocimiento científico y ha jugado un papel clave en el desarrollo de la humanidad. Daston (2005), en *La Historia de la Observación Científica*, plantea una pregunta interesante, ¿la historia de la observación sería, simplemente, la historia de la ciencia?

En este trabajo los alumnos tienen que observar los distintos elementos del ecosistema fluvial guiados por las fichas de los distintos índices (incluidas en el Anexo II) y tienen que identificar a los macroinvertebrados observándolos con la ayuda de la clave dicotómica (Anexo III).

Hay que tener en cuenta que son dos tipos de observaciones distintas y que la primera es más compleja que la segunda porque la clave dicotómica es muy concreta y específica (por ejemplo, hay que elegir entre ojos compuesto o simples) mientras que las fichas están más abiertas a la interpretación y los distintos miembros del grupo tenían que llegar a un consenso (por ejemplo, porcentaje de arena mayor o menor del 10%).

## **TRANSFERENCIA:**

La transferencia es la capacidad de usar los saberes científicos aprendidos en una situación concreta a otras situaciones distintas. Se demuestra al ser capaz de aplicar algo que hemos aprendido para comprender, analizar, valorar y actuar en muy diversas circunstancias (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011).

¿Saben los alumnos aplicar lo que aprendemos en la clase de ciencias en situaciones diversas?

La transferencia tiene lugar cuando los estudiantes cuentan con una base de conocimiento básico, general y muy significativo que les permite relacionar el modelo

teórico con las circunstancias nuevas en las que lo deben aplicar (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011).

Está demostrado que las metodologías tradicionales de enseñanza-aprendizaje no facilitan la transferencia, actualmente se están llevando a cabo estudios para determinar qué tipo de metodología la facilitaría.

Uno de los campos de investigación que se refieren a la transferencia es el aprendizaje de conocimientos científicos desde un contexto.

En Sanmartí et al (2011) se define el contexto como “situaciones focalizadas y complejas que recogen hechos importantes y relevantes socialmente (con valores asociados)”. En el aprendizaje se puede usar el contexto para hacer, simplemente, un estudio descriptivo (recoger datos e informaciones) o para estudiar en mayor profundidad un problema complejo, relevante socialmente y cercano al alumnado. En este último caso, a partir del estudio del contexto van tomando forma conceptos clave de la ciencia.

En el fondo, los alumnos serán capaces de aplicar sus conocimientos para explicar y enfrentarse a nuevas situaciones si poseen unos cuantos modelos teóricos complejos y muy significativos sobre los que seguir desarrollando su aprendizaje.

En este trabajo los alumnos deberían ser capaces de utilizar sus conocimientos científicos para solucionar distintos problemas que se les plantean en el mismo contexto estudiado (¿cómo responderá la zona a una inundación?, ¿te harías una casa en la orilla?, ¿sería beneficioso o perjudicial hacer un azud?...).

## **LENGUAJE EN LA CLASE DE CIENCIAS:**

En clase de ciencias se lee, se escribe y se habla. Y “para aprender ciencias es necesario aprender a hablar, escribir (y leer) ciencia de manera significativa” (Sardá y Sanmartí, 2000).

Lemke (1997) afirma que: “<<hablar ciencia>> no significa simplemente hablar acerca de la ciencia. Significa hacer ciencia a través del lenguaje. <<Hablar ciencia>> significa observar, describir, comparar, clasificar, analizar, discutir, hipotetizar, teorizar, cuestionar, desafiar, argumentar, diseñar experimentos, seguir procedimientos, juzgar, evaluar, decidir, concluir, generalizar, informar, escribir, leer y enseñar en y a través del lenguaje de la ciencia.”

Los docentes hablamos el lenguaje de la ciencia pero nuestros alumnos no lo hacen todavía y deben aprenderlo. Leyendo a Lemke se puede plantear una cuestión ¿qué lenguaje debemos usar para enseñar a <<hablar ciencia>>? ¿El científico o uno más cercano al lenguaje de los alumnos?

Al hablar de ciencia podemos diferenciar entre el lenguaje usado en divulgación y el lenguaje científico propiamente dicho. El lenguaje de divulgación es un lenguaje coloquial, natural, cotidiano, personalizado, expresivo, concreto, contextualizado y polisémico. En cambio, el lenguaje científico es muy especializado, abstracto, claro,

preciso y riguroso, imparcial, objetivo, técnico, unívoco, despersonalizado y con uso de un vocabulario específico de cada área (González, F. y Jiménez, R., 2005).

Los científicos pertenecemos a una comunidad que se comunica hablando el lenguaje de la ciencia. La comunicación es más fácil cuando las personas que se están comunicando usan el lenguaje de la misma manera y se complica si esto no es así. Nuestros alumnos no hablan el lenguaje de la ciencia todavía por lo que Lemke (1997) propone ver la enseñanza de las ciencias como un proceso en el que se introduce a los estudiantes en la comunidad de personas que hablan ciencia.

Para construir el conocimiento científico es necesario pasar de utilizar un lenguaje personal y cotidiano al uso del lenguaje propio de la ciencia. De hecho cuando los científicos comienzan a conocer algo normalmente hablan y escriben usando su lenguaje personal y sólo cuando están más seguros de ese conocimiento su lenguaje empieza a tener las características del lenguaje científico (impersonal, preciso, abstracto...). En este proceso de cambio de un lenguaje a otro tienen una gran importancia el intento de transmitir las ideas de forma coherente a los demás, al comunicarnos reformulamos las ideas y se priorizan unos datos sobre otros. (Sanmartí, 2007).

Sin embargo, con los alumnos no se da la importancia que se debe a la construcción del conocimiento de la ciencia escolar. Se pasa directamente a usar el lenguaje científico en lugar de comenzar usando un lenguaje personal y cercano como paso previo para que el lenguaje propio de la ciencia tome sentido para los alumnos (Sardá y Sanmartí, 2000).

A menudo, la ciencia se presenta como algo que sólo pueden comprender unos pocos elegidos y el uso del lenguaje científico es uno de los principales responsables de esto. El lenguaje científico hace parecer a la ciencia como algo lejano y místico y parece que el uso del lenguaje coloquial en una clase de ciencias infringe una norma. Sin embargo, Lemke (1997) afirma que los alumnos prestan mayor atención a la lección en los momentos en el que el lenguaje usado para explicar ciencia es más accesible y coloquial porque en esos momentos la ciencia les parece algo más cercano y menos místico.

Muchas veces hemos oído, y hemos dicho, que sabemos algo pero no somos capaces de expresarlo o de explicarlo. Sanmartí (2007) afirma que el aprendizaje significativo de cualquier conocimiento científico pasa por saber comunicarlo. Una cita atribuida a Albert Einstein ilustra muy bien esta idea: “No entiendes algo realmente a menos que seas capaz de explicárselo a tu abuela”.

En el otro extremo también suponemos que un estudiante ha aprendido algo sólo porque sabe nombrarlo y está claro que no es lo mismo saber usar la palabra río, que saber realmente qué es un río y cómo funciona el ecosistema fluvial.

En este trabajo vamos a analizar si los alumnos prefirieron utilizar su lenguaje cotidiano para contar a sus compañeros sus conclusiones o si usaron el lenguaje técnico y abstracto de las fichas a pesar de no entenderlo del todo ni saber usarlo de forma correcta y fundamentada.

## Contextualización

El trabajo se llevó a cabo con una clase de 21 alumnos de cuarto de E.S.O. del Instituto Francisco Grande Covián de Zaragoza. Es una clase participativa y dinámica en la que los alumnos en general muestran interés, preguntas dudas y están atentos aunque no son especialmente trabajadores.

En el Instituto se cuenta con dos laboratorios en el Departamento de Ciencias Naturales y dispone del material necesario para realizar la práctica de identificación de macroinvertebrados (una lupa binocular por grupo y material básico de laboratorio).

Las clases de Biología y Geología a las que están acostumbrados estos alumnos son clases bastante tradicionales en las que leen el libro, la profesora explica y amplía la información, hacen ejercicios relacionados directamente con lo explicado, alguna vez van al laboratorio a realizar alguna práctica y realizan algún trabajo escrito de recopilación de información.

El trabajo que les planteamos se llevó a cabo con una metodología innovadora, completamente distinta a la que ellos están acostumbrados y en la que ellos tienen un mayor protagonismo en su aprendizaje.

El primer cambio fue la presencia en varias sesiones de María José Gil Quílez, profesora del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza. Ella les presentó el trabajo que íbamos a realizar y nos acompañó, en el itinerario y en las explicaciones, en la excursión al Soto de Cantalobos.

El segundo cambio fue realizar la salida al campo en la que tenían que estar atentos y trabajar. En el Instituto se llevan a cabo muchas actividades complementarias (asistencia a conciertos, teatro, cine y todo tipo de salidas culturales) pero, en general, estas salidas no constituyen luego la base de un trabajo más amplio. En este caso, la salida al Soto de Cantalobos era la base de todo el trabajo que tenían que realizar con posterioridad.

Otro cambio importante fue tener que realizar el trabajo en grupo de forma cooperativa. Dividimos la clase en seis grupos de tres o cuatro alumnos intentando que los grupos fueran heterogéneos. Cuando no se está acostumbrado a trabajar en grupo es complicado organizarse de forma que todos los del grupo hagan aportaciones y trabajen con interés.

Trabajar en grupo puede ser muy enriquecedor porque da la oportunidad de aprender de tus iguales y de compartir dudas y experiencias pero ¿sería necesario enseñar a los alumnos a trabajar en grupo? Sí, hay que darles pautas para trabajar en grupo y permitir que se autoevalúen y se evalúen unos a otros.

Estos alumnos alguna vez hacen alguna práctica en el laboratorio pero normalmente no las realizan de forma aplicada a un problema concreto. En este caso, los alumnos se podían sentir como científicos reales porque podían entender qué estaban haciendo, por qué lo hacían y para qué debido a que formaban parte de todo el proceso: ellos habían tomado las muestras, las analizaban en el laboratorio y calculaban el índice IBMWP con lo que podían conocer la calidad del agua del Soto de Cantalobos.



El cambio más general al que se enfrentaron los alumnos fue el ser protagonistas de su propio aprendizaje. Pasaron de escuchar, leer y hacer ejercicios a que su aprendizaje dependiera de su implicación con la tarea, de las preguntas que hicieran y de su forma de trabajar.

También es importante reseñar que para su profesora y para mi también era la primera vez que trabajábamos con este tipo de metodología. Desde mi experiencia personal, considero que este tipo de metodologías no son fáciles de aplicar para el profesorado ya que es necesario más trabajo previo por parte del profesor, al ser una forma de trabajar más abierta, en la que el profesor no tiene un control tan directo como en las metodologías más tradicionales, genera mayor inseguridad e incertidumbre y se necesita mucho más tiempo. De todas formas, probablemente los alumnos aprendan mejor y, desde luego, ayuda mucho a aumentar su motivación.

En resumen, para comprender mejor los resultados hay que tener en cuenta que:

- Era la primera vez que tanto su profesora como yo trabajábamos con una metodología innovadora en la que los alumnos deben indagar y resolver los distintos problemas que se les plantean. Como su profesora, mi tutora del instituto, también era novata en este aspecto no me pudo apoyar ni guiar de la misma forma que si hubiera sido más experta.
- También era la primera vez que los alumnos trabajaban con una metodología de este tipo en el que ellos son más protagonistas de su propio aprendizaje. No es fácil aprender a trabajar de otra manera.
- Los alumnos no están acostumbrados a trabajar en grupo de forma cooperativa.
- Por problemas de tiempo y horarios tuvimos muy poco tiempo para preparar la salida del río y dar a los alumnos el marco teórico necesario para comprender lo que estábamos haciendo. Hubiera sido necesario dedicar más tiempo a trabajar con ellos el ecosistema fluvial y las fichas antes de ir al río.
- Las clases eran de 50 minutos y se hubiera aprovechado más con sesiones más largas ya que la clase se acababa cuando los alumnos estaban más concentrados y motivados con el trabajo.

## **Desarrollo de la Unidad Didáctica**

En el desarrollo de esta Unidad Didáctica los alumnos debían analizar la calidad de una zona del río Ebro usando las mismas herramientas que si fueran científicos. Para ello se visitó la zona a analizar, se rellenaron unas fichas que permiten calcular índices que nos indican la calidad del hábitat fluvial y del bosque de ribera y se recogieron muestras para, después de la identificación en el laboratorio de los macroinvertebrados presentes en ellas, calcular el índice biológico que indica el grado de contaminación del agua.

Se trata de una Unidad Didáctica muy completa en la que se realiza trabajo de campo, trabajo de laboratorio, los alumnos tienen que trabajar en equipo, tienen que indagar

para resolver los problemas que se les plantean, tienen que escribir un informe con sus resultados y deben hacer una exposición oral de los mismo.

Los **objetivos** de la Unidad Didáctica son:

- Comprender el modelo de río
- Conocer y aplicar técnicas de trabajo de campo.
- Estudiar las comunidades presentes en cada una de las paradas que se van a realizar.
- Utilizar los índices QBR, IBMWP e IFH ( bosque de ribera, macroinvertebrados acuáticos y hábitat fluvial)
- Favorecer el trabajo en equipo y el respeto por la naturaleza.

Los alumnos debían responder a las siguientes **preguntas**:

- ¿Cuáles son los elementos que caracterizan el modelo de río?, es decir el ecosistema río
- En relación con la pregunta anterior ¿Que diferencias encuentras en las distintas zonas visitadas?
- En caso de fuertes avenidas ¿Cómo responderían las distintas zonas del río?
- ¿En que zona hay mayor biodiversidad?

Estaban programadas las siguientes actividades (aunque no todas se pudieron llevar a cabo):

Actividades
Presentación general e introducción teórica
Debate sobre tópicos del río (No se pudo hacer)
Explicación fichas IHF, QBR e IBMWP
Excursión al Soto de Cantalobos (rellenado de fichas y toma de muestras).
Identificación de macroinvertebrados en el laboratorio
Elaboración de informes
Exposición de los trabajos

Estas actividades se podrían dividir en dos bloques. Uno más teórico en el que los alumnos debían aprender el marco teórico necesario para poder realizar el análisis y familiarizarse con el vocabulario científico propio del ecosistema fluvial y un segundo bloque en el cual tienen que trabajar como los científicos encargados de analizar esa zona del río.

El trabajo se iba a llevar a cabo a lo largo de varias sesiones en las que se iba a trabajar el modelo de río y el bosque de ribera.

Estaban previstas dos sesiones de trabajo sobre tópicos del río que iban a servir para introducir el marco teórico y también para discutir con los alumnos las ideas previas que todos tenemos sobre los ríos y cómo deben ser. Estas sesiones no se pudieron llevar a cabo por diversas razones y esta falta de trabajo previo ha repercutido negativamente en el desarrollo del resto de las sesiones ya que los alumnos no tenían presente la base sobre la que seguir aprendiendo.

La primera sesión que se llevó a cabo fue una presentación del trabajo a realizar. Hubiera sido interesante poder hacer esta presentación el día anterior a la salida para que los alumnos tuvieran más reciente lo que íbamos a hacer pero, por problemas de calendario, tuvo lugar dos semanas antes de la salida.

En la segunda sesión se realizó la excursión al soto de Cantalobos. Durante la excursión se tomaron muestras de las orillas para estudiar los macroinvertebrados presentes en la zona y los alumnos debían completar unas fichas observando el río y el bosque de ribera. Estas fichas sirven para calcular índices que nos ayudan a analizar el estado del ecosistema fluvial.

Las sesiones posteriores se dedicaron a identificar en el laboratorio los macroinvertebrados de las muestras tomadas en el río. Una vez identificados se calculó el índice IBMWP que es indicador de la calidad del agua en la zona estudiada.

Desde el primer día los alumnos tenían las preguntas que debían responder en base a lo trabajado en el río y a sus observaciones. Las sesiones siguientes se emplearon en que los alumnos respondieran en grupo a estas preguntas y presentaran su trabajo al resto de la clase. En el trabajo, que debían entregar por escrito y presentarlo de forma oral, se les pedía que incluyeran una descripción de las dos zonas estudiadas, los índices calculados a partir de las fichas y una pequeña interpretación de estos y las respuestas a las preguntas.

En el Anexo I se describen las actividades con detalle y en el Anexo II se adjunta el guion y las fichas que se proporcionó a los alumnos.

En esta Unidad Didáctica se trabajan muchos de los conceptos, procedimientos y actitudes relacionadas con los ecosistemas desde un contexto concreto: el Soto de Cantalobos. Se pretende que los alumnos tengan que analizar esta situación concreta del río para que vayan modelizando y organizando conceptos importantes para poder entender todo lo relacionado con los ecosistemas y las repercusiones que pueden tener distintas acciones en ellos. Hay que intentar no usar el contexto para, simplemente, recoger datos y realizar un estudio descriptivo (Sanmartí et al, 2011).

Es una Unidad Didáctica muy completa pero aun se podría completar más para trabajar conceptos concretos de los ecosistemas, por ejemplo se podría pedir a los alumnos que construyeran cadenas o redes tróficas a partir de los organismos identificados en el laboratorio o se podrían tratar de forma más específica algún problema medioambiental que afecte a la zona.

## **Propuesta de investigación y metodología**

Se pedía a los alumnos que analizaran la calidad de una zona del río Ebro (soto de Cantalobos) usando las mismas herramientas (fichas de observación) que utilizan los científicos para analizar y comparar distintas zonas.

Este análisis se realiza a partir de unas fichas que permiten calcular índices que indican la calidad del hábitat fluvial, del bosque de ribera y del agua en función de los macroinvertebrados presentes en ella.

En la excursión al río el primer paso es rellenar las fichas para lo que es necesario observar el entorno que se va a estudiar y fijar la atención en los distintos datos que nos piden. Como ya se ha apuntado antes, la observación científica es una práctica compleja (Eberbach y Crowley, 2009) y los alumnos no están acostumbrados, no saben hacerlo y carecían del marco teórico necesario para hacerlo de forma sistemática.

Rellenaron las fichas y, algunos, calcularon los índices pero ¿lo hicieron de forma científica? No tengo datos objetivos para contestar esta pregunta, pero viendo cómo se comportaban mientras rellenaban las fichas en el río seguramente la respuesta sea que no lo hicieron de forma científica y, probablemente, no tenían los recursos y conocimientos necesarios para hacerlo.

El siguiente paso es, a partir de los datos recogidos en las fichas y de los índices, realizar un informe en el que se deben aplicar los conocimientos adquiridos para describir las zonas, interpretar los índices y responder a algunas preguntas de aplicación, como por ejemplo: ¿cómo respondería esta zona en caso de una fuerte avenida?

Posteriormente debían exponer dicho informe, con sus conclusiones, al resto de la clase.

Para hacer esto es necesario que los alumnos sean capaces de asimilar toda la información y de interpretar los datos recogidos en las fichas y los índices para poder aplicar sus conocimientos en situaciones distintas pero cercanas a la estudiada.

En un trabajo tan amplio se podría fijar la atención en numerosos puntos relacionados con el lenguaje pero en este caso nos vamos a centrar en dos concretos para comenzar a aproximarnos al análisis de los resultados.

Nuestro estudio se va a centrar en ver si el alumnado utiliza el lenguaje técnico o uno más cotidiano a la hora de explicar a sus compañeros el trabajo que han llevado a cabo. Aquí es importante tener en cuenta que los alumnos han trabajado con dos tipos de lenguaje. Trabajaron con las fichas que tienen un lenguaje muy esquemático y a partir de este tenían que reelaborarlo para escribir los trabajos y hacer la exposición oral.

Además, se va a analizar el tipo de preguntas realizadas y las repuestas dadas por los alumnos a las mismas porque las preguntas a las que se enfrentan los alumnos determinan de forma muy importante su aprendizaje.

Contamos con mucho material para analizar: trabajos escritos, Power Point de apoyo a las exposiciones orales y grabaciones de dichas exposiciones.

- **Trabajos escritos** entregados por los alumnos. En ellos se debía incluir la descripción de las dos zonas estudiadas, los índices y una pequeña interpretación de los mismos y las respuestas a las preguntas planteadas.

Dentro de los trabajos escritos se van a analizar el lenguaje y las preguntas:

En primer lugar, se va a analizar de forma cualitativa el lenguaje usado por los seis grupos en sus trabajos. Para analizar esto se establecen tres categorías:

1. Usaban el lenguaje técnico de las fichas: las descripciones y respuestas son sacadas en su gran mayoría directamente de las fichas sin llevarse a cabo una elaboración propia del lenguaje. En este caso la duda que se plantea es si habrán entendido algo.
2. Intermedio: hay uso del lenguaje literal de las fichas pero con un intento de acercarlo a su lenguaje propio.
3. Elaboración propia de todo el lenguaje: en esta categoría se pretende incluir a los grupos que han sido capaces de hacer el informe usando su propio lenguaje a partir de los datos de las fichas y de sus observaciones en la salida de campo.

En segundo lugar, se va a hacer un análisis del tipo de preguntas planteadas a los alumnos y de los distintos tipos de respuestas encontrados. Con este análisis se pretende también plantear si hubiera sido necesario incluir otro tipo de preguntas o sustituir alguna de ellas para mejorar el aprendizaje de los alumnos.

Las preguntas planteadas en clase se pueden clasificar según las siguientes categorías (Roca y Marquez, 2005 y Roca, 2009):

- Descripción
- Explicación causal
- Comprobación
- Generalización
- Predicción
- Gestión
- Opinión o evaluación

En función de estas características clasificamos las preguntas planteadas a los alumnos en este trabajo de la siguiente forma:

**Pregunta 1: ¿Cuáles son los elementos que caracterizan el modelo de río?, es decir el ecosistema río.**

**Pregunta 2: En relación con la pregunta anterior ¿Qué diferencias encuentras en las distintas zonas visitadas?**

Estas dos preguntas podrían estar dentro de la categoría de descripción ya que piden información y datos concretos sobre el ecosistema fluvial y las zonas visitadas.

Dentro de esta categoría se incluyen las preguntas con la forma: ¿Cómo...?, ¿Dónde...?, ¿Cuáles...?, ¿Qué pasa...?, etc.

Con la primera pregunta se pretende focalizar la atención de los alumnos en los elementos importantes que conforman dicho ecosistema mientras que con la segunda se les pide una mirada un poco más compleja al ecosistema.

Para responder a estas preguntas los alumnos tienen que describir. Describiendo las zonas visitadas del río están situando el escenario del aprendizaje, se centra la observación en los aspectos más relevantes del objeto de estudio. Hay estudios en los que se comprueba que una buena descripción puede ser la base para elaborar otro tipo de textos (definiciones, explicaciones, argumentaciones...) porque en las descripciones se fija qué es importante observar y qué pruebas son las más relevantes y, sin tener esto presente, es imposible construir buenas explicaciones (Sanmartí, 2007).

Las respuestas a la pregunta 1 se clasificaron en tres categorías:

1. Copia literal de la información de las fichas
2. Elaboración de la respuesta en base a las fichas
3. Elaboración de la respuesta en base a las fichas y con alguna aportación personal.

Para clasificar las respuestas a la pregunta 2 se usaron estas categorías:

1. Descripción individual de las dos zonas sin compararlas
2. Descripción individual con alguna referencia a las diferencias
3. Atención real a las diferencias entre las dos zonas

### **Pregunta 3: En caso de fuertes avenidas ¿Cómo responderían las distintas zonas del río?**

Esta pregunta se clasificaría en la categoría de predicción ya que se pregunta sobre consecuencias que podría tener un acontecimiento futuro.

Dentro de esta categoría se incluyen las preguntas con la forma: ¿Qué consecuencias...?, ¿Qué puede pasar....?, ¿Podría ser...?

La respuesta a esta pregunta depende del modelo teórico de río y de la observación de los alumnos de las distintas zonas, por ello al responder a esta pregunta los alumnos deberían concretar en las dos zonas visitadas la teoría de cómo responden las orillas del río ante una inundación.

Por las características de esta pregunta es interesante clasificar las respuestas en las siguientes categorías:

1. Respuesta general sobre consecuencias de una inundación
2. Respuesta intermedia con elementos generales y alguna referencia concreta
3. Respuesta concreta sobre la respuesta de las dos zonas estudiadas

### **Pregunta 4: ¿En que zona hay mayor biodiversidad?**

Esta pregunta se clasificaría dentro de la categoría de explicación causal porque es una pregunta en la que se pide el por qué de una diferencia.

Las respuestas se han clasificado en estas categorías:

1. No justifica la respuesta con ningún ejemplo
2. Justifica la respuesta basándose en los macroinvertebrados
3. Justifica la respuesta basándose en diversos seres vivos

- **Power-Point** en el que los alumnos apoyaron su exposición oral.

- **Grabaciones de voz** de las exposiciones orales.

Se usó la siguiente escala de observación para evaluar dichas exposiciones.

¿Está completo?	Sí	Falta una parte	No
Uso de las fichas	Base de todo	Sólo para índices	Nada
¿Los datos son sistemáticos?	Sí	Regular	No
¿Interpretan los datos?	Sí	Lo intentan	No
¿Contestan a las preguntas?	Sí	Falta alguna	No
¿Señalan diferencias entre las dos zonas?	Sí	Regular	No
¿Una persona que no conozca la zona se haría una idea de la situación?	Sí		No
Power-Point	Sí		No
¿Leen?	Sí	Algunos del grupo	No
¿Participan todos los del grupo?	Sí		No

El análisis de las grabaciones no se incluye en este trabajo debido a que es necesario transcribirlas y esto hace necesario invertir mucho tiempo.

Por lo tanto, para llevar a cabo el análisis se va a usar como referencia principal los trabajos escritos, teniendo como referencia y refuerzo las presentaciones y las grabaciones. Además, es importante reseñar que en el caso de varios de los grupos de estudiantes los tres materiales con los que contamos son prácticamente iguales.

## Resultados

### - ANÁLISIS DEL LENGUAJE:

Se clasifica el lenguaje usado por los alumnos en los trabajos de la siguiente forma:

Lenguaje	Técnico de las fichas	Intermedio	Elaboración propia
Número de grupos	1	2	3

Los grupos que se han incluido en la categoría intermedia normalmente han usado un lenguaje más cotidiano y propio a la hora de responder a las preguntas planteadas y un lenguaje más cercano al de las fichas para describir las dos zonas visitadas.

Se puede plantear la duda de si los alumnos entendían el lenguaje técnico que muchos usaban en algún momento de su exposición oral o de su trabajo escrito. En un caso concreto comprobamos que no. En una diapositiva de la presentación de Power Point del grupo aparecía el siguiente texto:

La cobertura de la ribera tiene gran vegetación y tiene conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente.

La estructura de la cobertura está recubierta de árboles y arbustos. En la orilla no hay mucha concentración de helófitos o arbustos. Existe una distribución regular de los árboles y el sotobosque.

La calidad de la cubierta: tiene diferentes tipos de árboles autóctonos, la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial y existe vertido de desperdicios.

Grado de naturalidad del canal fluvial: modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal y existe una infraestructura transversal en el lecho del río.

El alumno que tenía que hablar sobre ella la leyó y pasó a la siguiente. Al finalizar la exposición se le preguntó al alumno si podía explicar esta parte tan técnica y tuvo serios problemas para hacerlo. Al preguntar al resto de la clase si alguno podía explicarlo dijeron que no.

El problema aquí no era que no entendieran los conceptos sino el lenguaje que se estaba usando. Por los comentarios de los alumnos se puede deducir que se usó este lenguaje tan técnico porque pensaban que era lo que se esperaba de ellos.



¿Puede ser importante que les especifiquemos y aclaremos a los alumnos que está permitido usar el lenguaje propio hasta que hayan interiorizado el técnico?

Por supuesto que sí, porque es una parte esencial para que los alumnos sean capaces de construir conocimientos.

### - ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS PLANTEADAS A LOS ALUMNOS:

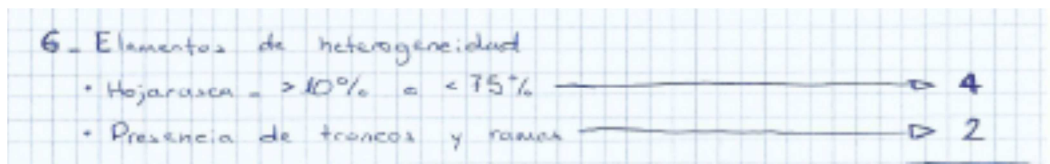
Se clasifican las respuestas a las distintas preguntas de acuerdo con las categorías reseñadas con anterioridad.

**¿Cuáles son los elementos que caracterizan el modelo de río?, es decir el ecosistema río.**

Pregunta 1	Copia literal de la información de las fichas	Elaboración de la respuesta en base a las fichas	Elaboración de la respuesta en base a las fichas y con alguna aportación personal.
Número de grupos	2	1	3

Ejemplos:

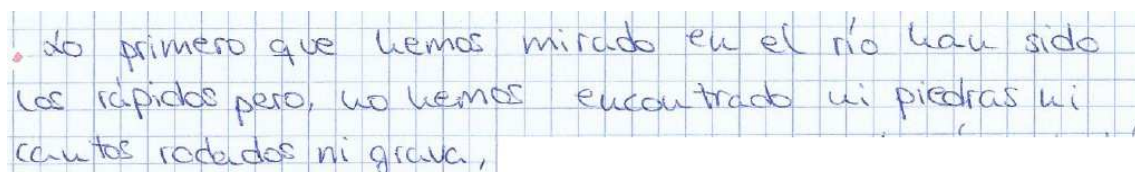
- Copia literal de la información de las fichas:



6- Elementos de heterogeneidad

- Hojarasca- >10% o < 75% : 4
- Presencia de troncos y ramas: 2

- Elaboración de la respuesta en base a las fichas:



“Lo primero que hemos mirado en el río han sido los rápidos pero no hemos encontrado ni piedras ni cantos rodados ni grava...”

- Elaboración de la respuesta en base a las fichas y con alguna aportación personal:

Del agua nos tenemos que fijar en si tiene o no presencia de rápidos, la velocidad, la temperatura, el pH, la luz, la salinidad, la cantidad de oxígeno...

“Del agua nos tenemos que fijar en si tiene o no presencia de rápidos, la velocidad, la temperatura, el pH, la luz, la salinidad, la cantidad de oxígeno...”

**En relación con la pregunta anterior ¿Que diferencias encuentras en las distintas zonas visitadas?**

Pregunta 2	Descripción individual de las dos zonas sin compararlas	Descripción de las dos zonas con alguna referencia a las diferencias	Atención real a las diferencias entre las dos zonas
Número de grupos	0	2	3

(Un grupo no contesto está pregunta)

Ejemplos:

- Descripción de las dos zonas con alguna referencia a las diferencias

En el primer punto se encontraban rápidos  
En el segundo punto, sin embargo, no había tanta presencia de rápidos, aquí el suelo ~~era~~ <sup>contenía</sup> cantos y gravas

“En el primer punto se encontraban rápidos [...]. En el segundo punto, sin embargo, no había tanta presencia de rápidos, aquí el suelo contenía cantos y gravas...”

- Atención real a las diferencias entre las dos zonas

En un sitio, el primero, las rocas eran más grandes que el segundo. Otra diferencia es que en el primer sitio que estuvimos había motas, mejana y en el otro no.

“En un sitio, el primero, las rocas eran más grande que el segundo. Otra diferencia es que en el primer sitio que estuvimos había motas y mejana y en el otro no”

### En caso de fuertes avenidas ¿Cómo responderían las distintas zonas del río?

Pregunta 3	Respuesta general sobre consecuencias de una inundación	Respuesta intermedia con elementos generales y alguna referencia concreta	Respuesta concreta sobre la respuesta de las dos zonas estudiadas
Número de grupos	3	1	2

Ejemplos:

- Respuesta general sobre consecuencias de una inundación

Aumentaría el cauce y se desbordaría, inundando los alrededores.

“Aumentaría el cauce y se desbordaría, inundando los alrededores”

- Respuesta intermedia con elementos generales y alguna referencia concreta

En caso de que el río suba de una fuerte avenida, creemos que es perjudicial porque arrastra todo a su paso.

Las motas que vimos en principio, vienen bien para el ser humano, pero para el ecosistema no porque impide que pase el agua a otras zonas de la ribera.

“En caso de que el río suba de una fuerte avenida creemos que es perjudicial porque arrastra todo a su paso [...]. Las motas que vimos, en principio, vienen bien para el ser

humano, pero para el ecosistema no porque impide que pase el agua a otras zonas de la ribera”

- Respuesta concreta sobre la respuesta de las dos zonas estudiadas

• El grupo cree, que si hubiera una fuerte avenida, con las grandes motas que hay, no llegaría a inundación.

“El grupo cree, que si hubiera una fuerte avenida, con las grandes motas que hay, no llegaría a inundación”

#### Pregunta 4: ¿En que zona hay mayor biodiversidad?

Pregunta 4	No justifica la respuesta con ningún ejemplo	Justifica la respuesta basándose en los macroinvertebrados	Justifica la respuesta basándose en diversos seres vivos
Número de grupos	3	2	1

Ejemplos:

- No justifica la respuesta con ningún ejemplo

En la 2ª porque había mas bichos y mas vegetación.

“En la segunda porque había más bichos y más vegetación”.

- Justifica la respuesta basándose en los macroinvertebrados

En la primera zona hay mayor biodiversidad ya que encontramos más organismos para poder analizar en el laboratorio.

“En la primera zona hay mayor biodiversidad ya que encontramos más organismos para poder analizar en el laboratorio”.

- Justifica la respuesta basándose en diversos seres vivos.

La primera zona era la que más biodiversidad tenía.

Ya que predominaban los mosquitos y había seres vivos como ranas, martines pescadores, etc... además de gammaridaeas que se podían observar con el microscopio binocular.

En lo que se refiere a flora, ~~había en~~ abundaban chopos, arbustos y árboles de hoja caduca.

“La primera zona era la que más biodiversidad tenía.

Ya que predominaban los mosquitos y había seres vivos como ranas, martines pescadores, etc... además de gammaridaeas que se podría observar con el microscopio binocular.

En lo que se refiere a flora abundaban chopos, arbustos y árboles de hoja caduca”

Al analizar el tipo de preguntas formuladas a los alumnos puede surgir la duda de si hubiera sido interesante y útil plantear preguntas pertenecientes a otras categorías para que el aprendizaje hubiera sido más completo.

Roca (2009) afirma que para el aprendizaje es necesario plantear preguntas asociadas a todas las categorías (descripción, explicación causal, comprobación, generalización, predicción, gestión, opinión o evaluación)

Por supuesto, estas preguntas no tienen por qué plantearse para que los alumnos las contesten de forma escrita, puede ser algo que tengamos presente a la hora de plantearles preguntas en la clase, en la salida de campo o en el laboratorio.

Por ejemplo se podían haber incluido preguntas de opinión (¿Crees que es bueno hacer el azud?), de gestión (¿Qué medidas se deberían tomar para evitar daños en las crecidas del río?), etc.



En resumen:

- la mitad de los grupos fueron capaces de usar su propio lenguaje a la hora de describir las zonas visitadas,
- Pregunta 1: 4 grupos elaboraron la respuesta a la primera pregunta y 3 de ellos además hicieron aportaciones personales.
- Pregunta 2: 3 grupos fijaron su atención en las diferencias reales entre las zonas.
- Pregunta 3: 2 grupos fueron capaces de aplicar realmente sus conocimientos a las zonas concretas estudiadas mientras que el resto dio respuestas muy generales.
- Pregunta 4: esta quizás era la pregunta más complicada ya que los alumnos tenían que tener en cuenta diversos factores y sólo un grupo los tuvo en cuenta.

## **Conclusiones, reflexiones y dudas**

Después de llevar a cabo todo el trabajo he comprobado de primera mano que es difícil elaborar el conocimiento y que para que nuestros alumnos sean capaces de aprender de forma significativa es muy importante guiarles con preguntas para que te vayan explicando sus conclusiones porque al hacerles pensar sobre ello y tenerlo que explicar a otros lo terminan de comprender.

Alguna de las dudas que se me plantean son: ¿realmente los alumnos han construido el modelo de río?, ¿serían capaces de utilizar lo aprendido en otros contextos?

Para responder a la primera pregunta me baso en una comunicación personal de María José Quílez. Ella volvió al Instituto para realizar una sesión de cierre del trabajo y, a base de preguntas, al final los alumnos hablaron sobre el río y se podría decir que habían aprendido cosas sobre él.

Se podría decir que la metodología seguida es enseñanza por indagación ya que se propuso a los alumnos varias preguntas a las que tenían que contestar basándose en las distintas actividades realizadas. Creo que debería haber tenido las preguntas más presentes a la hora de trabajar para poder orientar más a los alumnos a lo largo de todo el proceso pero no me di cuenta de ello hasta que vi los resultados ya que ,como no soy experta, durante las distintas sesiones estaba más pendiente del aula y del desarrollo de la clase que de los objetivos.

A la hora de plantear las preguntas que van a guiar la indagación lo ideal sería encontrar cuestiones que despertaran la curiosidad de los alumnos para que quisieran encontrar la respuesta y los motivara a la hora de trabajar. Quizás simplemente bastará con cambiar la formulación de las preguntas.

Por otra parte, para realizar bien este tipo de actividades es importante disponer de tiempo para trabajarlas a fondo y de mucha implicación por parte del profesor y de los alumnos. El tiempo puede ser uno de los factores más importantes a la hora de decidir no trabajar con este tipo de metodologías porque tenemos que adaptarnos al curriculum.

Probablemente los alumnos han visto menos a nivel de contenidos teóricos que lo que hubieran hecho en una clase “tradicional” pero creo que han aprendido mejor y estoy segura de que han aprendido ciencia y a trabajar de forma científica (observación, trabajo en el laboratorio, uso del cuaderno de campo, elaboración de informes...). Además se han trabajado todas las competencias básicas.

Las competencias básicas han impregnado todo el trabajo pero hay actividades específicas en las que se trabajan de forma más evidente. Por ejemplo:

- Competencia en comunicación lingüística: se ha trabajado más específicamente al elaborar los informes y exponer oralmente el trabajo al resto de la clase. Los alumnos también debían ser capaces de pasar el lenguaje científico al lenguaje del día a día para explicar a los demás su trabajo.
- Competencia matemática: estaba presente principalmente a la hora de calcular los índices e interpretarlos.
- Competencia social y ciudadana: el trabajo permite concienciar a los alumnos de la importancia de respetar y cuidar la naturaleza. Además se trabaja en grupo.
- Competencia cultural y artística: conocer los sitios interesantes que rodean tu ciudad es cultura. La parte artística se podría haber trabajado con dibujos de la zona, fotografías...
- Tratamiento de la información y competencia digital: los alumnos debían apoyar su exposición oral con una presentación en Power-Point.
- Competencia para aprender a aprender: al trabajar como “científicos” los alumnos usan herramientas que pueden favorecer el aprendizaje autónomo (observación, análisis, espíritu crítico, iniciativa...)
- Autonomía e iniciativa personal: en este trabajo los alumnos debían ser bastante autónomos ya que el profesor era una guía pero no marcaba todo.
- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: siendo este trabajo de la asignatura de Biología y Geología todo estaba basado en el estudio del mundo físico.

A pesar de todos los pequeños fallos que ha habido y las muchas cosas a mejorar, me parece que este tipo de actividades son muy interesantes para el aprendizaje de los alumnos ya que no solo tienen que recordar o comprender lo que se les explica sino que se les pide que sean capaces de aplicarlo y de analizar resultados que obtienen al hacerlo.

Además los alumnos disfrutaban y se implicaban más que en las clases “tradicionales” porque tienen más protagonismo.

Estoy segura de que no se aprende lo mismo en una clase más tradicional que durante una clase en la que el alumno debe indagar, pensar y plantearse preguntas. En una clase de biología típica en general se aprende teoría y, a veces, a aplicarla en problemas tipo; mientras que con el uso de metodologías de indagación el alumno trabaja otras competencias.

Para trabajar de forma completa la teoría, el saber hacer y las competencias sería interesante trabajar con los alumnos con distintas metodologías que se complementen entre sí para formar a futuros científicos y para formar ciudadanos críticos y responsables.

Este trabajo tiene varias características del constructivismo: los alumnos deben construir el conocimiento de forma activa, son protagonistas de su aprendizaje, el aprendizaje se lleva a cabo en un contexto realista y el profesor tiene que facilitar el aprendizaje de los alumnos dirigiendo, ayudando y haciendo buenas preguntas (Gayán y Vazquez, 2011-2012)

Respecto a los distintos aspectos que conforman el marco teórico de este trabajo:

- La observación es una herramienta clave para el aprendizaje y, como ya hemos visto, la observación científica y la cotidiana no son iguales por lo que es complicado observar científicamente sin tener una base científica sobre lo observado. ¿Tendríamos que enseñar a nuestros alumnos a observar de forma científica?

- Para que aprender ciencias forme a los estudiantes como buenos ciudadanos tienen que ser capaces de usar sus conocimientos en situaciones diversas para solucionar los múltiples problemas que se nos plantean a diario. Si esto queremos que sea así deberemos seguir trabajando con metodologías que faciliten la transferencia.

- Además, se ha pedido a los alumnos que construyan el conocimiento científico con el lenguaje científico en vez de con su lenguaje. En algunos casos han empezado a hablar sobre el río usando el lenguaje científico especializado, que no entendían, y luego debían pasarlo a un lenguaje más cotidiano para explicarlo a sus compañeros. ¿Hubieran aprendido más si el lenguaje de las fichas hubiera estado adaptado?

A lo largo de esta pequeña investigación me han surgido muchas preguntas, tanto al estudiar el marco teórico como al desarrollar la Unidad Didáctica y analizar los resultados. Todas estas preguntas, muchas de ellas sin resolver, podrían servir de base para continuar investigando.

Me parece de vital importancia tener presente que enseñar y aprender es un proceso de comunicación entre los alumnos, los conocimientos y los profesores y que todo este proceso está mediado por el lenguaje.

“Se disfruta hablando, escribiendo o leyendo sobre algo cuando este ‘algo’ se conoce y se sabe cómo hablar, escribir o leer sobre ello. La tarea de los que nos dedicamos a enseñar es precisamente facilitar este aprendizaje en los momentos más difíciles, planteando actividades que ayuden a los alumnos a tomar conciencia de que mejorando sus formas de hablar, escribir y leer en cada área, mejoran sus conocimientos sobre ellas, y viceversa” (Sanmartí, 2007).



## Bibliografía

- Daston, L., Mayer, A., Munz, T., Sturm, T. y Wilder, K. (2005) The History of Scientific Observation, 2005–10. [Versión electrónica]. Consultado el 24 de junio de 2012 en [http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/en/research/projects/DeptII\\_Da\\_observation/index\\_html](http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/en/research/projects/DeptII_Da_observation/index_html)
- Eberbach C. and Crowley K. (2009). From Everyday to Scientific Observation: How Children Learn to Observe the Biologist's World. *Review of Educational Research*. Vol. 79, No. 1, pp. 39–68
- González García, F. y Jiménez Liso, R. (2005). Escribir ciencia para enseñar y divulgar o la ciencia en el lecho de Procusto. *Alambique*. [Versión electrónica]. 43
- Gayán, T. y Vázquez, S. (curso 2011-2012). Apuntes de Procesos de Enseñanza-Aprendizaje. Máster Universitario en Profesorado E.S.O., Bachillerato, F.P. y Enseñanzas de idiomas, Artísticas y Deportivas. Universidad de Zaragoza.
- Lemke, J.L. (1997): *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Roca, M. (2009). Las preguntas de los alumnos, análisis de su aportación al aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 328-333
- Roca, M. y Marquez, C. (2005) Las preguntas de los libros de texto y la construcción de modelos científicos. Actas del VII Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias sobre Investigación de la Didáctica de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía. Número Extra. 2005. Granada.
- Sabariego Puig, M. y Bisquerra Alzina, R. (2009). Fundamentos metodológicos de la investigación educativa. En Bisquerra Alzina, R. (coordinador) *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Sardá A., Sanmartí N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 18 (3), 405-422.
- Sanmartí N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. En Fernández P. (coodra). *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*. Colección Aulas de Verano. Madrid: MEC.
- Sanmartí N., Burgoa B., Nuño T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique*, 67, 63-69.