





**Universidad de Zaragoza. Facultad de Educación**

**Máster Aprendizaje a lo largo de la vida en contextos multiculturales**

**Reflexión didáctica de profesores de  
Biología y Geología en formación en una  
actividad de campo basada en la  
indagación**

**Trabajo Fin de Máster**

**Curso 2012/2013**

**Autor:**

**MªJosé Sáez Bondía**

**Tutores:**

**José Domingo Dueñas Lorente**

**Ángel Luis Cortés Gracia**



## **Resumen**

Este trabajo se centra en la formación del profesorado de biología y geología dentro del contexto de los trabajos de campo. En formato de investigación-acción, planificamos, desarrollamos, evaluamos, reflexionamos, teorizamos y proponemos mejoras para la siguiente acción sobre una actividad de campo basada en indagación. El principal objetivo de la misma es el fomento de la reflexión didáctica en los profesores en formación. Para ello, utilizamos como herramientas didácticas grabaciones de vídeo y cuestionarios abiertos. Éstas nos sirven, al mismo tiempo, como herramientas de registro de la información. Nuestra reflexión en y sobre la acción a lo largo de todo el proceso nos permite observar que se consigue una reflexión didáctica sobre la acción en los profesores en formación.

Palabras clave: trabajos de campo; indagación; grabaciones de vídeo; formación del profesorado.

## **Abstract**

This work focuses on biology and geology teacher training in the context of fieldworks. By means of an action research we plan, develop, evaluate, reflect, theorize and propose improvements for the next action on a based inquiry field activity. The main purpose of this work is to promote a pedagogical reflection in pre-service teachers. In order to get this target, we use video recording and open questionnaires as teaching tools. At the same time, these tools are used in our research as a source of information. The reflection in and on action throughout the process allows us to observe that a pedagogical reflection on action is achieved.

Keywords: fieldworks; inquiry; video recordings; teacher training.



## Índice

1. Introducción .....	7
1.1. Contexto .....	10
1.2. Estructura del trabajo.....	11
2. Cuestión de la investigación .....	13
3. Revisión documental .....	15
3.1. Modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias.....	17
3.1.1. Modelo tradicional o de trasmisión-recepción.....	19
3.1.2. Modelo de descubrimiento o de descubrimiento autónomo .....	19
3.1.3. Modelo de indagación dirigida .....	21
i. Obstáculos y limitaciones del enfoque metodológico de indagación dirigida .....	24
ii. Estrategias metacognitivas en el modelo de indagación dirigida .....	25
3.2. Trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias .....	27
3.2.1. Tipos de trabajos prácticos.....	30
3.2.2. Las salidas de campo.....	32
i. Metodología en las salidas de campo: ¿Cómo trabajamos en el campo? .....	35
ii. Diseño, planificación, implementación y evaluación de las salidas de campo en términos de indagación dirigida.....	37
3.3. Las grabaciones en video como herramienta didáctica en la enseñanza de las ciencias	39
3.4. Fundamentación teórica y epistemológica. Investigación-acción.....	41
3.4.1. Un breve resumen histórico. .....	42
3.4.3. Modalidades de la investigación-acción .....	44
3.4.4. Proceso de investigación-acción .....	44
4. Propósito .....	47
4.1. Finalidad, justificación teórica y objetivos.....	47
5. Método .....	51
5.1. Diseño.....	52

5.1.1. El estudio piloto .....	53
5.1.2. Planificación de la acción .....	56
i. Participantes.....	56
ii. El plan de acción.....	57
5.1.4. Instrumentos.....	62
5.1.5. La reflexión como procedimiento.....	63
i. Recopilación de la información .....	63
ii. Reducción de la información .....	71
iii. Criterios de validez .....	73
6. Resultados.....	75
6.1. Interpretación de la información .....	75
6.1.1. Las grabaciones de video .....	75
6.1.3. El informe final .....	81
6.2. Ideas principales extraídas de la interpretación de los resultados .....	89
7. Discusión .....	93
7.1. Reflexiones finales .....	93
7.2. Teorización.....	96
7.3. Propuestas para futuros planes de acción .....	96
Referencias.....	99
Anexos	

## 1. Introducción

La sociedad actual demanda al alumnado la adquisición de una serie de competencias científicas de alto nivel como las que se mencionan en los informes PISA (OECD, 2000, 2003 2006, 2010). Esta visión sobre el conocimiento y las tareas del alumnado implica a su vez reconsiderar los procesos de enseñanza y aprendizaje. La aplicación de metodologías basadas en la indagación puede ayudar a alcanzar estos objetivos y así se recomienda en diversos informes recientes (Nacional Research Council, 2002; Rocard et al., 2007; Osborne y Dillon, 2008). Se trata de una estrategia de enseñanza y aprendizaje que promueve la motivación del alumnado e involucra tanto a alumnos como a profesores en el aprendizaje de las ciencias de un modo cooperativo y análogo a la indagación científica.

Dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, uno de los modos con los que podemos desarrollar actividades basadas en indagación es a través de las salidas de campo. Se trata de una herramienta didáctica fundamental en la enseñanza de las ciencias que permite acercarnos a fenómenos naturales que no se pueden ver de un modo globalizador e integrador en el aula (Brusi, 1992). Desde la visión de la indagación dirigida o la investigación escolar (en el sentido de Cañal, 2007), este tipo de actividades permiten que el alumnado: a) se enfrente con problemas reales que le obliguen a buscar soluciones y desarrollar iniciativas; b) aprenda técnicas para el trabajo de campo: toma de datos, realización de esquemas, etc.; c) continúe en el aula o en el laboratorio el proceso de análisis de datos y la construcción de evidencias; y d) se enfrente con la redacción de una memoria en la que se comuniquen las vivencias, interpretaciones y resultados de la experiencia. (Brusi, 1992; Del Carmen y Pedrinaci, 1997)

Sin embargo, conocer en profundidad el proceso por el cual los alumnos adquieren conocimientos durante el desarrollo de estas salidas de campo al medio natural es difícil ya que, a pesar de una minuciosa planificación por parte del profesorado, las actividades de este tipo suponen un alto grado de autonomía por parte del alumnado, y por tanto un escaso control sobre su proceso de aprendizaje. El modo habitual a través del cual se obtiene información sobre estos aprendizajes es a través de los informes escritos aportados por el alumnado tras la finalización de la actividad y, esta información no muestra la mayoría de los aprendizajes adquiridos por diversas razones:

- Suelen estar realizados en grupos, lo que impide ver si realmente el trabajo ha sido equitativo por parte de cada uno de los miembros del grupo.

- En los informes, por lo general, únicamente se observan las producciones finales del proceso y rara vez los pasos seguidos para llegar a esos resultados.

Los estudios en torno a esta problemática son prácticamente nulos. Se centran en meras descripciones sobre cómo trabajar en el campo sin profundizar en todos los procesos de aprendizaje que surgen durante el desarrollo de la salida. Por tanto, conocer el proceso de aprendizaje dentro de las salidas de campo con estrategias de análisis y evaluación que vayan más allá de un informe final nos permitirá detectar los aprendizajes adquiridos por el alumnado, es decir, la asimilación y/o refuerzo de conceptos, de procedimientos y técnicas utilizadas, así como las actitudes ante los distintos aspectos asociados a la salida. Por otra parte, disponer de una información más detallada en torno al aprendizaje del alumnado en este tipo de actividades, nos permitirá detectar las deficiencias de la actividad desarrollada, lo que fomentará una mejora continua y favorecerá la adquisición de conocimientos desde la perspectiva indagadora de la enseñanza de las ciencias.

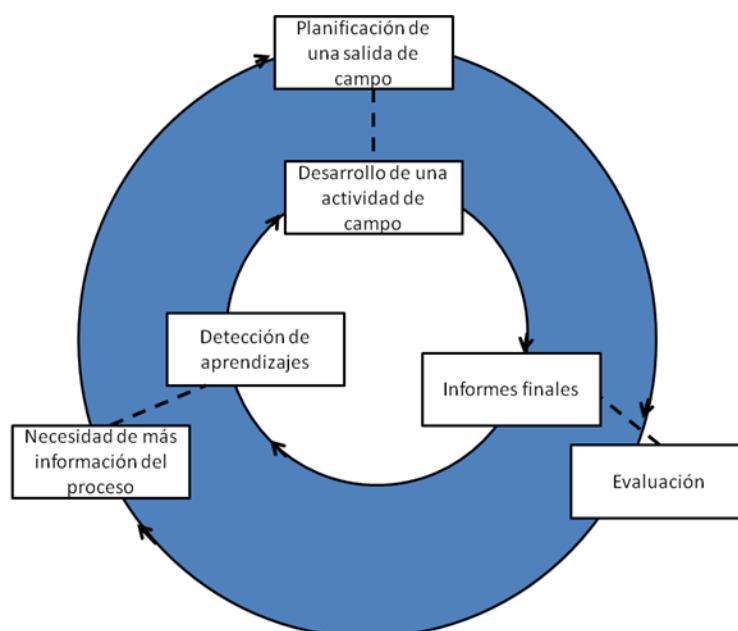


Figura 1. Planteamiento de necesidades (Adaptado de Elliot, 1990)

Como mostramos en la figura 1, se trata de un ciclo en el que nos movemos del terreno práctico (circulo en blanco) al reflexivo (circulo azul). Por lo que no sólo evaluamos la actividad final, sino que reflexionamos sobre la propia práctica para intentar mejorarla.

Otro aspecto a considerar, cuando se aborda la planificación de actividades de campo centradas en el uso de la indagación dirigida, es la formación del profesorado. Autores como Zeichner (1993) y Lafourture, Mongeau y Pallascio(1998) afirman que la formación inicial debe preparar al futuro docente para reflexionar sobre su práctica, centrarse en determinados temas, establecer modelos, ejercer la capacidad de observación, de análisis, de metacognición y de metacomunicación. Con respecto a ello nos planteamos, ¿cómo podemos lograr formar a profesores reflexivos sobre su propia práctica? Perrenoud (2004) indica que sólo conseguiremos formar a practicantes reflexivos aprendiendo a hacer lo que no se sabe hacer haciéndolo. Por ello, trabajar en términos de indagación con profesores y maestros en formación en las salidas de campo, puede fomentar una actitud reflexiva en torno a este tipo de actividades.

Existe, por tanto, la necesidad de conocer en profundidad el proceso por el cual los alumnos adquieren conocimientos durante el desarrollo de salidas de campo al medio natural. Asimismo, centrándonos en la formación del profesorado, indagar en los procesos cognitivos, procedimentales y actitudinales que se dan durante el desarrollo de una actividad de campo, así como favorecer la reflexión sobre la actividad propuesta, puede ser una estrategia integradora que nos permita conocer y comprender qué sucede y qué es lo que percibe el alumnado participante en torno a la actividad diseñada.

El presente trabajo se centra en el análisis en profundidad, la comprensión de los procesos que suceden y la *reflexión en y sobre la acción* (Schön, 1992) de una actividad concreta de campo en el contexto de la formación de profesores de secundaria en Biología y Geología. Planteamos estrategias que nos permitan comprender la realidad y favorecer la reflexión didáctica del profesorado en formación. Así, la detección de las necesidades que surgen de la práctica educativa, nos hace reflexionar sobre las posibles actuaciones posteriores que permitan mejorar el conocimiento sobre los procesos que suceden en las salidas de campo. Por tanto, el diseño que hemos considerado es el de investigación-acción; entendida como “una indagación práctica realizada por el profesorado, de forma colaborativa, con la finalidad de mejorar nuestra práctica educativa a través de ciclos de acción y reflexión” (Latorre, 2003:24, desde la perspectiva de Lewin).

## 1.1. Contexto

Este trabajo se centra en el contexto de las actividades de campo relacionadas con la formación didáctica de profesores de Biología y Geología para la etapa de Educación Secundaria Obligatoria.

La iniciativa de comenzar a trabajar a través de ciclos de reflexión sobre nuestra práctica docente surge de las dificultades con las que nos encontramos al intentar trabajar con maestros y profesores en formación. Detectamos que los profesores de los distintos niveles educativos, cuando trabajan en términos de indagación en el contexto de las salidas de campo, perciben muchas veces la actividad propuesta como una “excursión” (una idea similar aparece en el trabajo de Morcillo, Rodrigo, Centeno y Compiani, 1998). El objetivo para muchos de ellos es realizar una actividad que se cierre con la presentación de un trabajo por parte del alumnado y, sin embargo, no prestan atención a los aspectos didácticos de la misma; a su posible transposición al aula; a las dificultades con las que se podría encontrar el alumnado, que es lo que realmente se pretende con este tipo de actividades en el contexto de formación de maestros y profesores. No obstante, esta percepción subjetiva por nuestra parte, debe ser estudiada en profundidad, así que decidimos ver qué sucedía durante la realización de una actividad de campo.

En este contexto, realizamos un estudio piloto -en formato de estudio de caso- en el que se trabajó con alumnos de la Diplomatura de Magisterio de Educación Primaria (Sáez y Cortés, 2012). En él se analizaba, desde una visión externa y no colaborativa, la actuación de un grupo de alumnas durante la realización de una actividad de campo desarrollada utilizando una metodología basada en indagación. Se estudiaron las dificultades (entendidas desde la visión de Cañal, Criado, Ruiz y Herzel, 2008) que surgían durante el desarrollo de la actividad y sus modos de resolución a través de la utilización de grabaciones de video. Por otra parte, se pidió a toda la clase que en el informe final declarasen las dificultades que habían percibido durante el desarrollo de la actividad. Estas declaraciones, utilizadas como herramienta de análisis, nos permitirían detectar si los alumnos habían comprendido el objetivo de la actividad. Así, tras el análisis de los informes finales, solo el grupo que fue filmado declaró alguna dificultad. Los resultados obtenidos nos permiten diagnosticar la problemática de la situación.

El objetivo inicial de la actividad que nos habíamos planteado era que los maestros en formación reflexionasen sobre la actividad que habían llevado a cabo desde una perspectiva didáctica, así que, a la vista de los resultados obtenidos, decidimos replantear la actividad con objeto de mejora.

La falta de estrategias de resolución propias de una metodología científica detectadas durante este estudio piloto, tales como la observación, la recogida de información, el establecimiento de inferencias a partir de los datos observados apoyadas sobre un marco teórico sólido, etc., se asemejan mucho a la forma en la que pueden trabajar alumnos de Educación Secundaria. Así que, nos planteamos rediseñar la actividad de campo desde una perspectiva más colaborativa con el profesorado de secundaria en formación con el objetivo de fomentar la reflexión desde una perspectiva didáctica.

## **1.2. Estructura del trabajo**

El trabajo que presentamos a continuación se puede separar en dos grandes bloques. El primero, incluye el planteamiento del problema del que parten nuestras preguntas y objetivos y su justificación a través de una revisión bibliográfica. En el segundo desarrollamos la parte empírica de nuestra investigación, desde la planificación de la acción hasta la discusión de los resultados. Asimismo, incluimos en este bloque las referencias y anexos.

Dentro de la primera parte, dividimos en trabajo en 3 capítulos: la parte introductoria, las cuestiones que guían nuestra acción y una revisión de la literatura en la que indagamos sobre los aspectos relacionados con la temática en la que nos movemos.

En el segundo bloque nos encontramos con los siguientes apartados. El cuarto capítulo, donde mostramos los objetivos de nuestro trabajo. El quinto capítulo donde contamos el proceso llevado a cabo antes y durante y tras el desarrollo de la acción. Los resultados en torno a la consecución de los objetivos planteados se presentan en el capítulo 6. Por último, en el capítulo 7 a través de nuestra reflexión mostramos el conocimiento generado fruto de nuestra acción y las propuestas para futuros planes.



## 2. Cuestión de la investigación

Partiendo de la problemática contextualizada anteriormente y de una profunda revisión bibliográfica, nuestra investigación-acción surge de un *problema o foco de investigación* (Latorre, 2003). Aparecen dos situaciones problemáticas con un punto de intersección: la importancia del uso de la indagación dirigida como metodología de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Nacional Research Council, 2002, Rocard et al., 2007; Osborne y Dillon, 2008). En primer lugar, la problemática de conocer qué sucede durante el desarrollo de una actividad de campo diseñada desde una perspectiva indagadora, y en segundo lugar, la dificultad que supone fomentar la reflexión didáctica del profesorado en torno a estas metodologías en el contexto de las salidas de campo.

A partir de este foco surgen las siguientes preguntas que guían nuestra acción:

*¿Cómo podemos favorecer la reflexión didáctica de los profesores de biología y geología en formación a partir de una actividad de campo en la que se utiliza una metodología basada en indagación?*

*¿Cómo podemos conocer los procesos de aprendizaje del alumnado durante el desarrollo de actividades de campo basadas en indagación?*

Son pocos los estudios realizados sobre las salidas de campo, y los que hay se centran en aspectos descriptivos como pueden ser la planificación, los tipos de salidas, los modos en los que se puede diseñar una salida, etc. No obstante, ninguno se centra en conocer lo que sucede mientras los alumnos trabajan. Además, si esta actividad se desarrolla desde una perspectiva indagadora en la que el alumnado trabaja de una forma más autónoma, existen dificultades para conocer cuáles son los procesos de aprendizaje del alumnado, especialmente los problemas y los modos de resolución planteados durante la actividad.

Por otra parte, si nos centramos en la formación del profesorado, trabajar este tipo de actividades del mismo modo en el que se haría con los alumnos es una tarea complicada, ya que, aparecen no solo los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la propia práctica, sino que los futuros profesores deberían considerar también los aspectos relacionados con la reflexión didáctica.



### 3. Revisión documental

En los últimos años, diversos estudios señalan el descenso del interés por la ciencia y las matemáticas en jóvenes estudiantes (Rocard et al., 2007). Por este motivo, desde la década de los 90 la mejora de la enseñanza de las ciencias es uno de los puntos centrales en la agenda política de muchos países europeos, implantándose un gran número de programas con objeto de animar a los alumnos a estudiar ciencias (MEC, 2011). Sin embargo, pese los intentos de fomentar un incremento del interés por parte de jóvenes estudiantes en torno a las disciplinas científicas como la biología y geología, la física y la química o la tecnología, éstos no funcionan del modo esperado.

Diversos estudios de evaluación como TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) y PISA (Programme for International Student Assessment) muestran el rendimiento en ciencias de los alumnos, con pretensiones de evaluar lo que los estudiantes saben y lo que son capaces de hacer con esos conocimientos. En definitiva, se centran en la capacidad para utilizar el conocimiento científico, en la identificación de preguntas, en la extracción de conclusiones a partir de evidencias, para comprender y contribuir en la toma de decisiones sobre el mundo natural que nos rodea y comprender los cambios debidos a la actividad humana que se producen en él, es decir, en la competencia científica (OCDE, 2003).

El informe de los resultados obtenidos en ciencias en la última evaluación indica que España se encuentra, junto a países como Grecia, Letonia, Lituania, Portugal, Rumanía y Turquía, con un rendimiento medio inferior a la media europea. Asimismo, recomiendan atender estas bajas puntuaciones para incrementar el rendimiento medio (OCDE, 2010). Por otro lado, en este mismo informe, sin apenas modificaciones sobre los resultados del año 2006, se observa una reducción en el número de alumnos matriculados en carreras científicas.

Rocard et al. (2007) analizan lo preocupante de esta situación, ya que consideran que el interés de los jóvenes por la ciencia es fundamental para nuestra prosperidad, e indican que la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es imprescindible para:

- a) Que todos los ciudadanos sean capaces de comprender aspectos de la ciencia presentes en la vida cotidiana y tengan la oportunidad de desarrollar un pensamiento crítico y un razonamiento científico que les permita estar informados de los cambios constantes presentes en nuestra sociedad.

- b) Asegurar que Europa prepare y mantenga el suficiente número de científicos e ingenieros preparados para el futuro desarrollo económico y tecnológico.

Entre las justificaciones que permiten entender estos resultados está el modo en el que se enseñan las ciencias. En este sentido, podemos destacar algunos de los aspectos citados en el informe presentado por Rocard et al. (2007):

- a) Con el uso de estrategias tradicionales se detecta una reducción del interés hacia la ciencia: “While young children have a natural curiosity of these subjects, traditional formal science education can stifle this interest and therefore can have a negative impact on the development of attitudes towards learning science“ (Rocard et al., 2007:8).
- b) La aportación de demasiada información a los alumnos, dado los grandes avances científicos desde el siglo XIX, en ocasiones puede ser peligrosa, puesto que puede hacer que la percepción de los estudiantes sobre las clases de ciencias sea irrelevante y difícil.

Entre las recomendaciones para la mejora en materia de didáctica de las ciencias a nivel europeo incluyen la introducción de la indagación dirigida como modelo didáctico y enfatizan en el papel fundamental del profesorado para este proceso de cambio. Asimismo, consideran fundamental la introducción de esta metodología desde las primeras etapas educativas, ya que favorece el incremento del interés por la ciencia.

Podríamos hablar de la necesidad de mejora en la *alfabetización científica* con el uso de estrategias didácticas que favorezcan un aprendizaje científico que motive al alumnado.

Banet (2010), preocupado por la situación actual sobre los resultados obtenidos en España propone una formación en materia científica que:

- a) Considere el conocimiento científico como cultura básica para todos los ciudadanos.
- b) Sea complementaria a la preparación de futuros profesionales.
- c) Contribuya al desarrollo intelectual de las personas que les permita tener una visión crítica.
- d) Fomente el desarrollo de actitudes en respuesta a los cambios continuos en nuestra sociedad con respecto a temas relacionados con la salud, medio ambiente, entre otros.

Partiendo de estas ideas, consideramos fundamental introducir en este trabajo los modelos didácticos en la Enseñanza de las Ciencias, ya que serán el punto de partida del ámbito en el que

nos centramos: el intento de mejora de una actividad concreta de campo basada en la metodología de indagación dirigida.

### **3.1. Modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias**

Entendemos modelo didáctico como “un plan estructurado que puede usarse para configurar un curriculum, para diseñar materiales de enseñanza y para orientar la enseñanza en las aulas” (Joyce y Weil, 1985:11), siendo un elemento regulador entre lo que *se piensa* y lo que *se hace* (Solís y Porlán, 2003). Es decir, incluye la planificación, diseño e implementación de una clase que, a su vez, conlleva una serie de acciones. El modelo docente viene determinado tanto por la epistemología del profesor como por las limitaciones que surgen desde el exterior del sistema didáctico (Joshua y Dupin, 1993).

La epistemología del profesorado, o más bien, sus concepciones epistemológicas, son las ideas que tiene sobre el conocimiento científico y guardan relación con el modo en el que se aprende sobre ciencia (Campanario y Moya, 1999). A su vez, cabe destacar que estas concepciones, en ocasiones *deformadas*, son difíciles de modificar, lo cual dificulta en muchas ocasiones los intentos por renovar la enseñanza de las ciencias (Fernández, Gil, Carracosa, Cachapuz y Praia, 2002).

No hay una visión general sobre cuáles son los modelos didácticos predominantes y son muchos los autores que han aportado perspectivas tanto teóricas como aplicables a la praxis investigadora en torno a la idea de modelo didáctico (Solís, Porlán y Rivero, 2012).

Entre las clasificaciones establecidas, destacamos la realizada por Campanario y Moya (1999) que diferencian los siguientes modelos didácticos: tradicional, por descubrimiento, y basado en el uso de problemas. Asimismo, Jiménez Aleixandre (2000) categoriza estos modelos de un modo similar como: de transmisión, de descubrimiento y modelo constructivista del aprendizaje.

Así, García (2000) establece una categorización de los modelos didácticos para analizar las concepciones curriculares y epistemológicas de profesores, es decir, no como un modo de enseñar sino como un instrumento de análisis. En este caso la clasificación se extiende a cuatro modelos: tradicional o transmisor, Tecnológico, activista o espontáneo y didáctico investigativo. Posteriormente, Solís et al. (2012), añaden a esta clasificación un modelo aportado por Ballenilla (1999), el modelo didáctico personal.

No obstante, vamos a presentar los diferentes modelos a partir de la reestructuración de las ideas establecidas por Jiménez Aleixandre (2000). De esta forma, podríamos hablar de tres modelos docentes: el tradicional o de transmisión-recepción; el modelo de descubrimiento autónomo; y el modelo de indagación dirigida. Asimismo, en la tabla 1 mostramos una comparativa adaptada de Jiménez Aleixandre (2000) de los tres modelos predominantes atendiendo a los fundamentos y principios que intervienen en cada uno de ellos.

		Tradicional	Por descubrimiento	Indagación dirigida
<b>Fundamentos psicológicos</b>		El estudiante es un papel en blanco. Transmisión del conocimiento elaborado.	El estudiante aprende lo que construye El conocimiento se construye mediante actividad	Aprendizaje relacionado con lo que ya se sabe
<b>Fundamentos epistemológicos</b>		Correspondencia ciencia-realidad Ciencia como cuerpo cerrado	Inductivismo Ciencia caracterizada por el método.	Observación cargada de teoría Ciencia interpretada a través de modelos.
<b>Principios</b>	<b>Aprender ciencias</b>	Asimilar contenidos	Dominar procesos	Reconstruir modelos y procesos
	<b>Enseñar ciencias</b>	Exponer contenidos	Coordinar actividades experimentales	Mediar en el aprendizaje
<b>El modelo en acción</b>	<b>Fuente currículo</b>	Disciplina	Método	Diversas
	<b>Currículo</b>	Listado de conceptos	Procesos y destrezas	Programa de actividades
	<b>Claves</b>	Experimento ilustrativo Lección magistral Memorizar	Replicar experimentos. Partir de intereses. Proyectos	Comparar modelos Resolver problemas Atención ideas del alumno
<b>Sistema social</b>	<b>Profesor</b>	Transmisor y fuente de autoridad	Coordinador	Profesional reflexivo
	<b>Material curricular</b>	Libro de texto	Libro de texto y recursos variados	Variados
	<b>Otros</b>	Orden y disciplina	Interacción entre estudiantes	Control del aprendizaje por alumnos. Aprendizaje cooperativo. Clima de diálogo.

Tabla 1. Fundamentos y principios que intervienen en los modelos tradicional, por descubrimiento y de indagación dirigida (modificado de Jiménez Aleixandre, 2000)

### 3.1.1. Modelo tradicional o de trasmisión-recepción

El conocimiento se transmite de forma elaborada por el profesor y el alumno, tratado como una página en blanco, es un mero receptor de esa información. El profesor es el transmisor de los conocimientos y toma una postura autoritaria, entendida como que prioriza la adquisición de determinados conocimientos conceptuales por parte del alumnado, dejando de lado los aspectos procedimentales y actitudinales relacionados con la ciencia. Así, el papel del alumnado se reduce a reproducir o memorizar el conocimiento transmitido de una forma clara y organizada por el profesor (Jiménez Aleixandre, 2000).

Este modelo se fundamenta en tres supuestos tal y como especifican Calatayud, Gil y Gimeno (1992):

- a) Enseñar ciencias es fácil, no es necesaria una especialización.
- b) Ya que se trata de una simple transmisión-recepción, sólo es necesario que el profesorado comprenda y seleccione bien los contenidos.
- c) El fracaso del alumnado se justifica con deficiencias intrínsecas, o bien porque ha trabajado poco, ya que el profesor ha expuesto bien el tema.

Desde este enfoque, la ciencia se considera un cuerpo cerrado en el que no hay modificaciones; se trata únicamente de una acumulación de conocimientos que dan una imagen exacta de la realidad (Jiménez Aleixandre, 2000).

Por otra parte, este modelo deja de lado los aspectos sociales de la ciencia y el modo en que se construye, ya que el alumnado es un objeto pasivo del proceso de enseñanza.

La mayoría de los especialistas e investigadores de didáctica de las ciencias critican desde hace años de forma unánime esta estrategia didáctica (Campanario y Moya, 1999). De hecho, informes recientes, como Rocard et al. (2007) y PISA (OCDE, 2010), huyen de este modelo ya que con él no se consiguen alcanzar los objetivos de alfabetización científica propuestos en nuestra sociedad actual. Sin embargo, a pesar de que parece que ha sido un modelo que ha quedado atrás como referente teórico, se sigue empleando en las aulas, como indican Jiménez Aleixandre (2000) y los informes internacionales anteriormente citados.

### 3.1.2. Modelo de descubrimiento o de descubrimiento autónomo

Este modelo surgió en respuesta al rechazo del modelo basado en un aprendizaje memorístico y repetitivo. Sus principios se centraban en las ideas piagetianas de que el mejor

modo para que un niño aprenda algo es *inventándose*, poniendo énfasis en la participación activa de los alumnos y en el aprendizaje y aplicación de los procesos de la ciencia que, a su vez, es motivador para ellos. Por tanto, este enfoque se centra en la enseñanza basada en el planteamiento de problemas abiertos, en los cuales el alumno pueda construir sus principios científicos, adquiriendo, así, habilidades cognitivas que le permitirían resolver casi cualquier tipo de problema. De este modo, el alumno aprende haciendo las cosas y se consigue que lo recuerden. (Campanario y Moya, 1999).

Se fundamenta en el empirismo o inductivismo ingenuo, donde la ciencia se caracteriza por utilizar un método universal basado en la observación objetiva y no influido por las teorías. Por tanto, se considera al alumno descubridor de principios a través de la generalización de sus observaciones. Desde esta visión empírica, se observa la enseñanza de la ciencia como un proceso de coordinación en el cual el alumno adquiere habilidades procedimentales científicas que le permiten dominar todos los pasos del método científico. En este caso, los conocimientos conceptuales pierden importancia y se pone énfasis en los procedimientos, que en muchas ocasiones no parten de problemas que favorezcan un pensamiento científico (Jiménez Aleixandre, 2000).

El estudiante adquiere una postura activa e interactiva favoreciendo un aprendizaje cooperativo. Es evaluado atendiendo a la capacidad resolutiva frente a nuevas situaciones y atendiendo a sus destrezas manipulativas (Jiménez Aleixandre, 2000).

Sin embargo, las evidencias experimentales y los enfoques críticos frente a este modelo sacaron a la luz las deficiencias de este modelo:

- a) La búsqueda de resultados sin un marco conceptual puede generar la adquisición de aprendizajes dispersos (Gil, 1983).
- b) En ocasiones se puede llegar a confundir la manipulación con la participación activa. Los alumnos pueden aplicar estrategias no formales que, incluso, refuerzen errores conceptuales (Campanario y Moya, 1999).
- c) No diferencia entre procedimientos científicos y procesos de aprendizaje y estrategias de enseñanza (Pozo y Gómez Crespo, 1998).
- d) La concepción epistemológica de la ciencia en la que se basa, hoy en día, está superada (Campanario y Moya, 1999).

Cabe señalar que este modelo supuso una revolución que rompió con el modelo de transmisión de forma radical, haciendo que los estudiantes *alejados de la ciencia* se convirtieran en *productores de ciencia*.

### 3.1.3. Modelo de indagación dirigida

Poner a los alumnos en la situación de aplicar una metodología científica, es decir, que trabajen como científicos y científicas, se plantea como algo necesario para que logren un cambio conceptual, metodológico y actitudinal. El profesor en este caso actuará como guía de las pequeñas investigaciones escolares planteadas. Así, de este modo, se recuperan aspectos criticados del aprendizaje por descubrimiento.

La indagación hace referencia a los distintos modos con los que los investigadores abordan el conocimiento de la naturaleza y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo (Garritz, Labastida y Espinosa, 2009). Si nos centramos en el aula, el National Research Council (1996), define indagación como:

Una actividad polifacética que implica hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo ya conocido; planificar investigaciones; revisar lo conocido hoy en día a la luz de las pruebas experimentales; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados (National Research Council, 1996:23).

Por ello podemos hablar de indagación como un proceso de aprendizaje en el que “pensamos, hacemos, hablamos, regulamos los propios aprendizajes y en la que trabajamos en interacción” (Pujol, 2003:64). Este proceso abarca un saber conceptual, un saber procedimental, un saber actitudinal y un saber metacognitivo que es lo que se incluye dentro de los cuatro pilares sobre los que se apoya una competencia tal y como aparecía en el informe Delors (1996).

Desde este enfoque didáctico, el profesor es el encargado de diseñar actividades que planteen situaciones problemáticas y toma el papel de guía orientando a los alumnos cuando surgen ideas alternativas, cuando pierden de vista en objetivo de la actividad, cuando presentan dificultades, etc. El alumno, como ya hemos comentado, trabaja como un científico en interacción con sus compañeros combinando los aspectos conceptuales y los prácticos. La finalidad de este modelo no se centra en la búsqueda de respuestas, sino en que sea capaz de diseñar estrategias para encontrar la respuesta al problema y de evaluar las respuestas aportadas

por el resto de los grupos de su clase. De este modo, la teoría y la práctica se retroalimentan, dejando de lado la exclusividad del uso de procesos tan criticado en el modelo por descubrimiento.

En la tabla 2 mostramos los roles del profesor y el alumno en el modelo de indagación dirigida (*Inquiry*, en inglés). Adaptada de Anderson (2002).

Papel del profesor como facilitador del aprendizaje
Ayuda al estudiante en el proceso de recogida de la información
Se comunica con los grupos de estudiantes
Facilita la reflexión del alumno
Orienta el proceso de aprendizaje
Orienta las acciones de los estudiantes
Papel del alumno como constructor de sus conocimientos
Procesa información.
Interpreta, explica, plantea hipótesis.
Diseña acciones propias.
Comparte importancia en el aula con el profesor.
Razona, lee y escribe para entender, resuelve problemas, construye sus propias estructuras mentales, y explica problemas complejos.

Tabla 2: Modelo de indagación dirigida (Adaptado de Anderson, 2002)

En la actualidad *inquiry* es una palabra de moda en didáctica de las ciencias (National Research Council, 2000). Cañal (2007) habla de investigación escolar<sup>1</sup> en ciencias experimentales como una estrategia de enseñanza en la que los niños, que parten de una tendencia investigadora innata, junto con la ayuda del docente que les orienta hacia la reflexión en torno a preguntas del medio natural seleccionadas conjuntamente, diseñan planes de actuación que facilitan de una forma colaborativa alcanzar la respuesta a la pregunta planteada al mismo tiempo que se alcanzan los objetivos curriculares.

Sin embargo, no debemos confundir lo que hace un científico con lo que un alumno realiza en el aula desde este enfoque, ya que los objetivos y las metas de alumnos e investigadores son distintos debido al contexto en el que sitúa cada uno de ellos. Por tanto, un problema para un científico no tiene ningún significado para el alumno y viceversa (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

<sup>1</sup> Como sinónimo de indagación dirigida.

Por este motivo, podemos diferenciar la investigación llevada a cabo por científicos de la investigación escolar, que es la que sucede cuando aparecen pasos que van desde la observación hasta la validación y discusión de las explicaciones (National Research Council, 2000):

- a) Mostrar curiosidad, definir cuestiones a partir del conocimiento ordinario.
- b) Proponer explicaciones o hipótesis iniciales.
- c) Planificar y llevar a cabo la pequeña investigación.
- d) Formular explicaciones basadas en la evidencia.
- e) Considerar otras explicaciones.
- f) Comunicar al profesor y al resto de la clase las explicaciones.
- g) Discutir las discrepancias y validar las explicaciones.

Rasgo esencial (El estudiante...)	Variaciones (El estudiante...)				
A	Se dedica a un problema científicamente orientado.	Se plantea una pregunta	Selecciona entre las preguntas y propone nuevas cuestiones.	Define y clarifica las cuestiones planteadas por el profesor, los materiales u otras fuentes.	Se dedica a una cuestión planteada por el profesor los materiales u otra fuente.
B	Da prioridad a la evidencia cuando responde a preguntas.	Determina lo que constituye una evidencia y la recoge.	Es dirigido a registrar determinados datos.	Debe analizar los datos proporcionados.	Recibe datos y es instruido sobre cómo analizarlos.
C	Formula explicaciones a partir de la evidencia.	Formula explicaciones después de resumir las evidencias.	Es guiado en el proceso de formulación de explicaciones a partir de las evidencias.	Debe usar las evidencias para formular explicaciones a partir de las distintas vías proporcionadas por el profesor.	Recibe una serie de evidencias y la forma de usarlas para formular una explicación.
D	Conecta las explicaciones con el conocimiento científico.	Examina independientemente otras fuentes y recursos para establecer sus explicaciones.	Es dirigido hacia áreas y fuentes de conocimiento científico.	Recibe posibles conexiones como ayuda para sus explicaciones.	
E	Comunica y justifica sus explicaciones.	Formula argumentos razonables y lógicos para comunicar sus explicaciones.	Es instruido en el desarrollo de la comunicación.	Recibe amplias instrucciones para usar adecuadamente la comunicación.	Recibe los pasos a seguir y los procedimientos empleados en la comunicación.
Más ----- Dirección del autoaprendizaje ----- Menos <b>Menos ----- Dirección del aprendizaje guiado por el profesor y/o el material ----- Más</b>					

Tabla 3. Características esenciales de la indagación en clase y sus variaciones (traducido de National Research Council, 2000).

Atendiendo al modelo didáctico de indagación dirigida, existen variaciones en función del autoaprendizaje del alumnado: podemos movernos dentro de un rango de más o menos autoaprendizaje en función de la ayuda proporcionada por el profesor. En la tabla 3 mostramos las variaciones con las que nos podemos encontrar dentro de cada uno de los pasos mencionados anteriormente. La tabla compara las etapas de la indagación científica con las posibles variaciones que pueden aparecer en el ámbito escolar, desde una situación de mayor autoaprendizaje a la izquierda a un menor autoaprendizaje (o más dirigido) a la derecha.

i. Obstáculos y limitaciones del enfoque metodológico de indagación dirigida

Como ya comentamos, distintos informes sobre la situación actual de la educación científica recomiendan el uso de la indagación dirigida como estrategia didáctica para favorecer la adquisición de competencias científicas (Rocard et al, 2007 y Osborne y Dillon, 2008). No obstante, aparecen limitaciones que se han argumentado con respecto a este modelo, tal y como señala Cañal (2007):

- a) Las limitaciones en el razonamiento de los estudiantes obliga al profesorado a adelantar posibles dificultades que surgirán a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje así como a matizar, reforzar y cuestionar los resultados producidos por los alumnos.
- b) Es necesario que el profesorado seleccione contenidos ya que se trata de un modelo que exige mucho tiempo.
- c) Puede aparecer una actitud negativa del alumnado frente a situaciones nuevas en el aula y al enfrentarse a retos que producen inicialmente inseguridad. No obstante, en muchos casos, esa inseguridad desaparece en poco tiempo y se abre paso la participación entusiasta.

Otro aspecto a considerar es que este proceso metodológico requiere de una determinada concepción de la ciencia que no está muy extendida entre los profesores (Anderson, 2002), por lo que surgen numerosas dificultades en el diseño y aplicación de este modelo (Anderson, 2002, Flick y Lederman, 2006, Cañal et al., 2008). Por este motivo, son numerosos los artículos, publicaciones, comunicaciones que se centran en describir las dificultades que aparecen a la hora de trabajar en términos de indagación desde distintas perspectivas (el alumno, el diseño, las concepciones epistemológicas del profesorado en formación y experto, entre otras) que dan lugar a un gran listado de barreras.

Cañal et al. (2008) elaboran un inventario de estas barreras presentes en alumnos y profesores ante el desarrollo de actividades basadas en pequeñas investigaciones y distinguen dos tipos: obstáculos y dificultades. Entendiendo como obstáculos a

Los factores de tipo conceptual, procedimental y actitudinal que forman parte del conocimiento profesional docente y cuya presencia implícita o explícita en el pensamiento y/o praxis puede constituir una rémora que interfiere en su progresión hacia los esquemas de comprensión y actuación característicos de la perspectiva investigadora actual (Cañal, 2008: 345).

Y dejan el término dificultades para “aquellos factores del entorno escolar y profesional que pueden actuar como barreras en el desarrollo profesional (currículum, profesorado, organización escolar, materiales, etc.)” (Cañal, 2008:345).

Partiendo de estas definiciones y centrándonos en los obstáculos, estos mismos autores desarrollan un inventario de obstáculos tomando como referencia estudios anteriores y categorizándolos como conceptuales, procedimentales o actitudinales. De este modo, Cañal et al. (2008) proponen una clasificación que permite facilitar la descripción y análisis de los obstáculos presentes a la hora de construir el conocimiento científico en el aula.

Para superar estas limitaciones es necesario que el futuro profesorado se prepare en torno a esta metodología, ya que la utilización de métodos basados en la indagación dirigida durante la etapa formativa incrementa la confianza a la hora de enseñar ciencias de los maestros en formación (Bhattachayya, Volk, Lumpe, 2009). Así, son numerosos los proyectos que incluyen investigaciones y propuestas didácticas que permiten la preparación y superación de obstáculos a la hora de diseñar y planificar actividades basadas en indagación como *The Inquiry Project*, *El proyecto La Main à la Pâte*, *El proyecto pollen*, entre otros (ver enlaces web referenciados).

## ii. Estrategias metacognitivas en el modelo de indagación dirigida

Podemos definir metacognición como el conocimiento (la cognición) de los propios procesos y resultados cognitivos (de la cognición) (Flavell, 1976), que incluye dos elementos fundamentales: el conocimiento y regulación de las capacidades cognitivas (Baker, 1991). En el caso del aprendizaje de las ciencias, diríamos que el ser consciente de los problemas y dificultades que van surgiendo durante en proceso de aprendizaje, el conocer los procedimientos que se dan en nuestra mente para la resolución de un problema, entraría dentro de las estrategias

metacognitivas, es decir, en la parte activa de esta cognición de la cognición (Campanario y Otero, 2000).

La enseñanza de estrategias cognitivas y metacognitivas se considera un aspecto fundamental desde la perspectiva de la educación científica en la actualidad (Delors, 1996). Para aplicar las destrezas que se persiguen con el modelo de indagación, tales como la observación, clasificación, comparación, descripción, organización coherente de la información, formulación de hipótesis, interpretación de datos, exposición de conclusiones, son necesarias las destrezas metacognitivas y cognitivas. Así, tal y como indica Baker (1991), existe un claro paralelismo entre estos dos procesos, siendo la utilización de textos uno de los medios más eficaces para fomentar la metacognición.

La metacognición en el aprendizaje de las ciencias es uno de los problemas que ha recibido mayor atención por parte de investigadores de este ámbito, como por ejemplo en los aspectos relacionados con las concepciones previas de los alumnos y sus esquemas mentales (Novak y Gowin, 1988; Driver, Guesne, Tiberghien, 1989), las pautas de pensamiento y razonamiento de los alumnos en tareas científicas (Gil y Carrascosa, 1990), las actitudes del alumnado hacia la ciencia (Campanario, 1998). También han sido publicados trabajos relacionados con la enseñanza de estrategias de autorregulación, desde el punto de vista metacognitivo, motivacional y conductual, a través de las ciencias como las de Jorba y Sanmartí (1996) y Angulo Delgado (2002).

Otro aspecto fundamental relacionado con la metacognición y la nueva perspectiva de enseñanza de las ciencias es la *reflexión*, que según Silcock (1994) es la responsable de desarrollo del conocimiento y de las habilidades del pensamiento. Asimismo, Schön (1992) habla de reflexión desde dos perspectivas: la que se pone en marcha en la acción (denominado como inteligencia práctica) y la que permite que la persona se dé cuenta de los detalles de la actuación que le permitirán hacer cambios a medio o largo plazo (sería la inteligencia reflexiva). En definitiva, podríamos decir que la reflexión, considerada como una estrategia metacognitiva, es un elemento de cambio, de transformación.

La formación de prácticos-reflexivos se justifica según Angulo Delgado (2002) por diversos motivos:

- a) Las reformas continúas en el sistema educativo español, que dejan en mano de los profesores la toma de decisiones que antes eran de las administraciones educativas.

- b) La velocidad de crecimiento del conocimiento científico que hace que la visión de la ciencia sea dinámica.
- c) La autonomía y responsabilidad del profesorado, que sólo se pueden poner en práctica cuando éste es capaz de regular sus propios aprendizajes.
- d) El cambio en el rol del profesor, regulador de los aprendizajes del alumnado. Esto implica que para cumplir bien su papel tiene que ver la ciencia, su enseñanza y aprendizaje desde una distancia óptima para poder observar y comprender las concepciones de los alumnos y ser capaz de guiarlos en su aprendizaje.

Las estrategias didácticas recomendadas suponen la formación de un profesor reflexivo con destrezas metacognitivas que permitan un cambio, una transformación de la realidad educativa. Así, el mejor modo de fomentar esta trasformación comienza en las primeras etapas de formación del profesorado (Angulo Delgado, 2002).

En el siguiente apartado profundizaremos sobre los aspectos relacionados con los trabajos prácticos, exponiendo todos los enfoques resumidos desde ese ámbito concreto.

### **3.2. Trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias**

Entendemos *trabajos prácticos* como un conjunto de actividades de tipo manipulativo o intelectual realizadas por el alumno en interacción con el profesor y los materiales (Perales, 1994). Dentro de los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias podemos incluir las actividades de campo y de laboratorio así como las actividades que puedan englobar la resolución de problemas científicos y tecnológicos (Del Carmen, 2000). En la tabla 4 mostramos algunas definiciones de trabajo práctico.

No cabe duda de que el trabajo práctico es una actividad característica de la enseñanza de las ciencias. De hecho, “hace casi trescientos años que John Locke propuso la necesidad de que los estudiantes realizaran trabajo práctico en su educación, y a finales del siglo XIX ya formaba parte integral del currículo de ciencias en Inglaterra y Estados Unidos” (Barberá y Valdés, 1996:365).

Sin embargo, no es hasta los años setenta cuando proyectos como el Nutffield, Biological Sciences Currículo Study (BSCS), Chemical Education Material Study (CHEM) realizados en Gran Bretaña y Estados Unidos, promocionan la utilización del trabajo práctico en la Enseñanza de las Ciencias para la comprensión desde una perspectiva de indagación dirigida, enfatizando en el aprendizaje a través de pequeñas investigaciones y descubrimiento por parte del alumnado

(Jaén y García Estañi, 1997). Y es desde entonces cuando los profesores empezaron a considerar el trabajo práctico como una herramienta fundamental para la enseñanza de las ciencias.

Caamaño (2003) justifica la importancia de los trabajos prácticos por diferentes razones tales como la motivación del alumnado, el aprendizaje y comprensión de conceptos a través de la experiencia, la observación e interpretación de fenómenos, el contraste de hipótesis a nivel escolar, el aprendizaje de procedimientos y uso de instrumentos en el laboratorio y campo, la aplicación de procedimientos de resolución de problemas tanto prácticos como teóricos, así como el desarrollo de actitudes de trabajo en equipo dentro del trabajo experimental. En definitiva, con el trabajo práctico se consigue alcanzar, o al menos, se persigue, la comprensión del modo en el que se llevan a cabo los procedimientos científicos en el ámbito de las ciencias experimentales.

Autor	Definición
Miguens y Garrett (1991)	Las expresiones «trabajo práctico», «actividades prácticas», «trabajo en laboratorio» o simplemente «prácticas», se utilizan aquí para indicar: el trabajo realizado por estudiantes en la clase o en actividades de campo, que pueden o no involucrar un cierto grado de interacción del profesor, e incluye demostraciones, auténticos experimentos exploratorios, experiencias prácticas (experimentos normales en la escuela) e investigaciones (proyectos que encierran un número de actividades). (Miguens y Garret, 1991:229)
Hodson (1994)	Yo pienso que cualquier método de aprendizaje que exija a los aprendices que sean activos en lugar de pasivos concuerda con la idea de que los estudiantes aprenden mejor a través de la experiencia directa, por lo que podría ser descrito como «trabajo práctico» (Hodson, 1994:305)
Del Carmen (2000)	El término “trabajos prácticos” se utiliza con frecuencia para referirse a las actividades de enseñanza de las ciencias en las que el alumnado ha de utilizar determinados procedimientos para resolverlas. Estos procedimientos están relacionados con el trabajo de laboratorio o de campo, pero en un sentido más amplio pueden englobar la resolución de problemas científicos o tecnológicos de características diversas. (Del Carmen 2000: 269)
NRC( 2006)	A school laboratory investigation (also referred to as a lab) is defined as an experience in the laboratory, classroom, or the field that provides students with opportunities to interact directly with natural phenomena or with data collected by others using tools, materials, data collection techniques, and models. (National Research Council, 2003:3)

Tabla 4. Definiciones de trabajo práctico

Sin embargo, se trata en muchas ocasiones de actividades costosas no solo económicamente (necesidad de material de laboratorio), sino por el tiempo que supone su planificación y preparación por parte del profesorado (Caamaño, 2003), por lo que a pesar de la importancia dada a los trabajos prácticos el tiempo dedicado a los mismos es escaso (Del Carmen, 2000).

Por otra parte, cabe destacar la disparidad de objetivos que se pretenden alcanzar durante la realización de trabajos prácticos. Barberá y Valdés (1996) realizan una revisión bibliográfica sobre los objetivos de los trabajos prácticos, encontrando disparidad entre los fines que siguen profesores, investigadores y diseñadores curriculares, así como las disonancias presentes entre lo que el profesor concibe como objetivo principal de la actividad práctica y lo que el alumno cree que aprende con esta misma. Esta disparidad de finalidades depende de la concepción que se tenga de cómo se hace ciencia y como se puede aprender ciencia en un ámbito determinado (Caamaño, 1992), es decir, de la epistemología del profesorado en torno a la ciencia en sí misma y su enseñanza.

Los trabajos prácticos han sido considerados durante muchos años como un modo de adquisición de habilidades en la manipulación de instrumentos y técnicas experimentales y como una forma de ilustrar hechos científicos explicados previamente por el profesor, lo que se incluiría dentro de un modelo por transmisión. Posteriormente, surgieron otras perspectivas basadas en el descubrimiento de leyes y teorías con la ayuda guiada del profesor en la que la importancia radicaba en el procedimiento (modelo por descubrimiento). Modelos actuales proponen no sólo descubrir, sino construir el conocimiento, generando un cambio conceptual en relación a las ideas previas en interacción con los demás y la experiencia (Caamaño, 1992). Sería lo que incluiríamos dentro de la indagación dirigida como metodología de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Asimismo, atendiendo a los modelos docentes en la Enseñanza de las Ciencias podríamos clasificar las finalidades de los trabajos prácticos de distintos investigadores y profesores.

Relacionado con la disparidad en los objetivos de los trabajos prácticos del profesorado, Hodson (1992), tras un estudio sobre las principales finalidades que perciben los profesores sobre los trabajos prácticos, señala cinco categorías que después son analizadas críticamente: a) Motivación; b) Enseñar técnicas; c) Intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos; d) Propiciar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización; e) Desarrollar determinadas actitudes científicas.

A nivel global podemos clasificar los objetivos que se pretenden alcanzar durante la realización de este tipo de actividades atendiendo a los objetivos generales en la enseñanza de las ciencias, tal y como específica Séré (2002), como conceptuales, procedimentales y epistemológicos.

Existe, por tanto, una gran diversidad de finalidades entorno a los trabajos prácticos en el contexto de la enseñanza de las ciencias, desde autores que se centran en objetivos concretos a otros que generalizan haciendo que resulten, en ocasiones, inespecíficos. Por tanto, en palabras de López García (2009):

Así las cosas, en ausencia de referentes de autoridad, es el profesor el que debe buscar la coherencia a la hora de diseñar o seleccionar las actividades prácticas dentro del marco epistemológico que le sirve de referencia, y conectando con las experiencias y conceptos previos de los alumnos, para desarrollar procesos intelectuales y destrezas manipulativas propias del trabajo científico (López García, 2009:23).

### 3.2.1. Tipos de trabajos prácticos

El trabajo práctico en ciencias experimentales es un término genérico que incluye el desarrollo de habilidades procedimentales tanto del alumnado como del profesorado en función de los objetivos planteados por este último (Frost, 2010). Tal y como citamos anteriormente, existe una disparidad de perspectivas en torno a los objetivos que se pretenden alcanzar en los trabajos prácticos, lo que hace que surjan diversas clasificaciones.

Woolnough y Allsop (1985), partiendo de una clasificación previa que surge de un amplio cuestionario, clasifican los trabajos prácticos en función de los objetivos como:

- a) Experiencias en las que los alumnos toman conciencia de determinados fenómenos naturales. Estas experiencias se pueden utilizar con fines ilustrativos, es decir, para mostrar y explicar qué es lo que sucede. No se tratan de experimentos, sino que permiten al profesor introducir un determinado tema en el aula.
- b) Ejercicios para desarrollar técnicas y habilidades prácticas.
- c) Investigaciones prácticas en las que los estudiantes se enfrentan a tareas de resolución de problemas tal y como hacen los científicos.

Perales (1994) establece una clasificación atendiendo a diversas perspectivas:

- e) Por su ámbito de realización: dónde incluye prácticas de laboratorio, prácticas caseras y prácticas de campo.
- f) Por el carácter de su resolución: pudiendo ser abiertos, semicerrados o cerrados.
- g) Por sus objetivos didácticos centrados en: habilidades y destrezas, verificación, predicción, inductivos y de investigación.

Wellington (1998) tras una revisión bibliográfica establece tres categorías dentro del ámbito de resolución de problemas en los trabajos prácticos:

- a) Cognitiva: relacionada con la comprensión, visualización y afirmación de una determinada teoría.
- b) Afectiva: generada favoreciendo situaciones motivadoras, las cuales generan emociones positivas y ayudan a recordar y lograr satisfacción con la realización de las tareas.
- c) Procedimental: relacionada con habilidades manuales y actividades de más nivel que supongan observación, medida, predicción e inferencia.

Caamaño (2003) basándose en la clasificación establecida por Woolnough y Allsop y modificándola atendiendo a trabajos previos, elabora la siguiente categorización de los trabajos prácticos:

- a) Experiencias que permitan la familiarización perceptiva con los fenómenos.
- b) Experimentos ilustrativos, los cuales permiten ejemplificar la relación entre variables.
- c) Ejercicios prácticos para el aprendizaje de procedimientos o destrezas de tipo:
  - Práctico: como la realización de medidas, la toma de datos.
  - Intelectual: que requieren observación, interpretación, clasificación, emisión de hipótesis, diseño de experimentos y control de variables.
  - De comunicación: como puede ser la realización de informes.
  - Ejercicios prácticos para ilustrar la teoría: enfatiza en la comprobación de leyes y teorías.
- d) Investigaciones que permitan a los estudiantes familiarizarse con el trabajo científico. A su vez se clasifican en función del problema a resolver si se trata de un problema que se enmarca dentro de una teoría (teórico) o si se centra en el contexto de la vida cotidiana (práctico).

Atendiendo a la clasificación de los trabajos prácticos establecida por Perales (1994) y centrándonos en el ámbito de actuación podemos diferenciar tres tipos: prácticas de laboratorio, prácticas caseras y prácticas de campo. No obstante, tal y como mencionamos anteriormente, estamos de acuerdo con la perspectiva de Del Carmen (2000) cuando considera trabajo práctico no solo a estas tres tipologías, sino también a cualquier aspecto que englobe la resolución de problemas tecnológicos y científicos, ya sean teóricos o prácticos.

Asimismo, ya que el presente trabajo se centra en el análisis, descripción e intento de mejora de una actividad concreta relacionada con las prácticas de campo en el contexto de la formación del profesorado de Educación Secundaria, nos centraremos a continuación en aspectos más específicos relacionados con las salidas de campo como ámbito de actuación de los trabajos prácticos en la Enseñanza de las Ciencias.

### 3.2.2. Las salidas de campo.

La conexión con la realidad nos ayuda a interpretarla y a resolver interrogantes una vez hemos observado hechos y fenómenos, siendo de este modo como logramos generar conocimiento. La necesidad de generar una mínima formación científica en las etapas educativas obligatorias es uno de los objetivos que persigue la Enseñanza de las Ciencias. Desde hace décadas, existe un acuerdo entre el profesorado de distintos niveles educativos en torno a la importancia de las salidas de campo para el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza (Pedrinaci, Sequeiros y García de la Torre, 1994).

El trabajo de campo tanto en las enseñanzas básicas como en la formación de profesores de ciencias, ha sido una faceta muy valorada. De hecho, estudios como el de Pedrinaci (2012) y Morcillo et al. (1998) detectan que la gran mayoría los profesores de Biología y Geología lo consideran uno de los mejores modos de enseñar ciencias. Sin embargo, la frecuencia de utilización de las salidas de campo se reduce a una por año académico en el 60% de los profesores encuestados.

Baker, Slingsby y Tilling (2002) publican un informe mostrando preocupación por el declive existente en las salidas de campo en los últimos años en Gran Bretaña y justifican los beneficios que aportan tanto a estudiantes como profesores. Asimismo, una publicación más reciente de uno de estos autores (Tilling, 2010) muestra también unos resultados nada esperanzadores con respecto a esta situación.

Considerando la necesidad de las salidas de campo como algo necesario para comprender la realidad que nos rodea y como una herramienta fundamental para la Enseñanza de las Ciencias, ¿cómo justificamos que se salga del aula casi de forma excepcional? Pedrinaci (2012) justifica esta situación considerando una serie de dificultades como: la falta de apoyo por parte de la administración educativa, la responsabilidad civil que contrae, el número de alumnos, entre otros. En relación con las dificultades de este tipo de actividades, trabajos como el de Morcillo et al (1998) indican que las expectativas de este tipo de actividades no son las esperadas, ya que:

- a) Se limitan a actividades que dan prioridad a la observación sin relación con la teoría.
- b) Existen discrepancias de las percepciones del alumnado y profesorado sobre los objetivos de la actividad.
- c) No se tiene en consideración los intereses del alumnado.

No obstante, las actividades de campo son una buena herramienta didáctica para la enseñanza de las ciencias, ya que permiten trabajar contenidos conceptuales, procedimientos científicos y desarrollar actitudes y valores positivos hacia la ciencia y el medio ambiente (Pedrinaci, 2012). Por otra parte, Brusi (1992) considera indispensable las salidas de campo para poder conocer la realidad que nos envuelve, y así integrar el conocimiento a partir de la experiencia personal, aspecto que en muchas ocasiones no podemos conseguir en el aula o en el laboratorio.

Son indiscutibles los beneficios de las salidas de campo en la enseñanza de las ciencias desde diversas perspectivas: para el alumno, para el profesor, para la ciencia y el medio ambiente, para la comunidad en general (Baker et al., 2002). En la tabla 5 mostramos los beneficios que aportan desde estas perspectivas según Baker et al. (2002).

Relacionado con los beneficios de las salidas de campo, Brody (2013) establece una matriz de relaciones entre los aspectos físicos, sociales y personales y los procedimentales, actitudinales y conceptuales que adquieren los alumnos. A modo de resumen, este autor, especifica las características y beneficios que aporta el aprender en la naturaleza así como la función del profesor en cada una de las interrelaciones establecidas.

Estudiantes	Profesores	Ciencia y el medio ambiente	Comunidad
Motivación Favorece el aprendizaje de contenidos presentes en el currículum Trabajo en equipo Aprenden a apreciar la historia de la naturaleza Unen observación con teoría Efectos a largo plazo: valoración de la naturaleza, actitudes frente a la conservación del medio ambiente.	Favorece relaciones positivas con sus estudiantes. Feedback positivo por parte del alumnado	Favorece una visión holística e integradora de la ciencia que no es posible en el aula.	Establecimiento de relaciones con lo que sucede fuera de la escuela La concienciación del alumnado con respecto a la biodiversidad, el bienestar animal, la conservación,... favorece beneficios para la comunidad.

Tabla 5. Beneficios de las salidas de campo (Adaptado de Baker et al., 2002)

Centrándonos en la Educación Secundaria Obligatoria, que es el contexto en el que nos moveremos principalmente, así como en las recomendaciones de la Unión Europea (Rocard et al., 2007, Osborne et al., 2008) se considera fundamental una visión globalizadora de la ciencia que permita a los alumnos adquirir una serie de competencias.

Entendemos el término competencia como un concepto “polisémico, polémico y peligroso” (Bernal, 2006:10) que engloba un saber conceptual que nos permita comprender el mundo que nos rodea, un saber procedimental con el que logremos poner en práctica los conocimiento adquiridos, un saber actitudinal que nos ayude a obtener beneficio del trabajo colaborativo, y un saber metacognitivo con el que consigamos obtener un pensamiento autónomo y crítico que nos permita comportarnos con responsabilidad y equidad en la vida. Esto hace necesaria una integración de conocimientos, es decir, un *aprendizaje funcional* (Pedrinaci, 2012), que no cabe duda que en muchos sentidos solo se puede lograr con actividades de este tipo. En definitiva:

Uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias es ayudar a comprender el medio natural reconociendo, explicando y prediciendo algunos de los procesos básicos que en él ocurren, las salidas a ese medio deben ser un instrumento, no solo valioso sino quizá insustituible, para conseguirlo.(Pedrinaci et al., 1994:133)

### i. Metodología en las salidas de campo: ¿Cómo trabajamos en el campo?

A pesar de la importancia otorgada a estas actividades, a la hora de planificar las mismas surgen preguntas, como la información previa de la que debe disponer el alumno, la organización, el grado de apertura de las actividades, el papel del profesor y el del alumno (Pedrinaci et al, 1994). En definitiva, la metodología que vamos a usar.

Existen distintas clasificaciones de las salidas de campo atendiendo a la metodología. Brusi (1992) establece tres categorías atendiendo al rol del docente en las salidas de campo clasificándolas como dirigidas, semi-dirigidas y no dirigidas. Compiani y DalRé (1993), considerando el objetivo de la salida, las clasifica como ilustrativas, inductivas, motivadoras y de investigación. El enfoque con el que nos quedamos es el de Pedrinaci et al. (1994), que especifican las siguientes tipologías de salida:

#### a) La salida tradicional: el profesor cicerone

El enseñante explica lo que hay que ver, como verlo e interpretarlo, siendo el protagonista y puro transmisor de la información. Lo que se espera de los alumnos es que asuman la información de un modo *acrítico* con la toma de notas, recogida de muestras y la realización de algún esquema. Se trata, por tanto, de una enseñanza de transmisión verbal. Ha sido durante mucho tiempo el tipo de salida dominante y todavía se sigue utilizando. Lo incluiríamos dentro del modelo didáctico de transmisión-recepción.

#### b) La salida como descubrimiento autónomo

Se trata de un modelo que surgió como rechazo al modelo anterior. En este caso, el estudiante es el protagonista. Se enfatizan los procedimientos y las actitudes, los conocimientos responden a un problema, una necesidad que generan la abstracción y formalización (Giordan y Vecchi, 1987). Se trata de una metodología en la cual el alumno es el que construye sus significados extraídos de la experiencia. Sin embargo, de esta modalidad es poco frecuente y las experiencias realizadas no han sido provechosas (Del Carmen y Pedrinanci, 1997). Desde el enfoque de aprendizaje por descubrimiento surgen limitaciones como las mencionadas en el apartado 3.1.2.

#### c) La guía de observación como sustituto del profesor

El profesorado planifica meticulosamente la salida, selecciona lo que hay que hacer y observar en cada una de las paradas, así como el modo en el que hay que registrar la información que se solicita. Este modelo se encuentra entre los dos anteriores ya que el alumno se

responsabiliza del cumplimiento de un plan, adquiriendo una mayor autonomía y encargándose el profesor de aclarar dudas.

Sin embargo, lo que ocurre en esta situación es que el estudiante puede desconocer el problema que tiene que resolver y se limita a llenar el guión sin obtener ninguna conclusión de la actividad.

d) La salida como tratamiento de problemas

Este modelo parte de la formulación de un problema en el aula que requiere una investigación empírica. El problema puede o no ser planteado por el profesor siempre y cuando:

- a) Esté relacionado con los contenidos trabajados en clase.
- b) Permita trabajar aspectos del currículum.
- c) Pueda ser abordado a priori desde una o más perspectivas teóricas.

La salida juega un papel fundamental en el planteamiento de hipótesis surgidas alrededor de un determinado problema. De hecho, probablemente, durante la realización de la salida, surgirán nuevos problemas distintos de los planteados inicialmente. Otro importante aspecto a considerar es la valoración del trabajo posterior a la salida para que esta no quede limitada a una *excursión*.

El papel de profesorado en esta metodología es el de guía en la reflexión del proceso, ayudando al alumnado en la adquisición de conocimientos, en la valoración del grado de certeza de sus conclusiones y como facilitador del proceso de comunicación de los resultados al resto de la clase.

En definitiva, lo que se pretende con este tipo de metodología es que el alumno (Del Carmen y Pedrinaci, 1997):

- a) Se enfrente con problemas reales que le obliguen a buscar soluciones y desarrollar iniciativas.
- b) Aprenda técnicas para el trabajo de campo: toma de datos, realización de esquemas, etcétera.
- c) Continúe en el aula o en el laboratorio el proceso de análisis de datos y la construcción de evidencias.
- d) Se enfrente con la redacción de una memoria en la que se comuniquen las vivencias, interpretaciones y resultados de la experiencia.

Por todo lo anterior, este último planteamiento responde a una forma de trabajar fuera del aula atendiendo a las características de la indagación dirigida, modelo de enseñanza-aprendizaje recomendado por diversos autores (Rocard et al, 2007).

ii. Diseño, planificación, implementación y evaluación de las salidas de campo en términos de indagación dirigida.

Para evitar los enfoques criticados de las salidas de campo, tanto el uso de modelos puramente transmisivos (profesor cicerone) como aquellos que carecen de aspectos conceptuales es necesario reflexionar sobre cómo planificar las salidas fuera del aula. Hoces y Sampedro (1998) especifican los siguientes aspectos:

- a) Las actividades fuera del aula deben responder a la visión de la ciencia y su enseñanza que no suponga una separación de conceptos y procedimientos, favoreciendo la construcción de significados por parte del alumnado.
- b) Es necesario presentar la actividad de una forma contextualizada. Es decir, que el alumno sepa qué es lo que está haciendo en cada momento y que las actividades estén incluidas dentro de unidades didácticas o de un bloque de contenidos en función de la duración y características de la propuesta. De este modo podemos encontrarnos con actividades de motivación, donde se plantean problemas, se toman muestras, se hacen medidas, o de síntesis, en las que se aplican en el campo los conceptos tratados previamente en el aula.
- c) La secuenciación en los trabajos de campo, al igual que en las actividades dentro del aula, es necesaria.
- d) Evitar que las salidas de campo sean actividades que se realizan de forma excepcional y aislada con la continuidad de los contenidos trabajados en el aula y/o laboratorio. Hay que vincular lo trabajado en el aula con la salida, lo cual supone tres fases: una previa a la salida, en la cual se esquematizan los conocimientos previos, se define el problema, se diseña y planifica la investigación y se preparan los instrumentos y técnicas que se van a utilizar; la segunda fase se da durante la salida, es donde se aplican las planificaciones elaboradas previamente, se observa, se toman medidas. Asimismo, permite registrar aspectos que generen nuevas preguntas; por último, de nuevo en el aula o laboratorio, se analizan los datos, se extraen conclusiones que son comunicadas como conocimiento científico.

Pedrinaci (2012) establece alguna consideración más para optimizar las salidas de campo indicando que: “rentabilizar una salida de campo exige programar, también, qué debemos hacer antes y qué debemos hacer después de ella” (Pedrinaci, 2012:88), tal y como ya especificaban Hoces y Sampedro (1998). Asimismo, Pedrinaci (2012) resume una serie de errores que no debemos cometer como docentes:

- e) Plantear demasiados objetivos, ya que el trabajo de campo requiere reflexión, observación, recogida de datos, entre otros, que es incompatible con un gran número de objetivos.
- f) Limitar las salidas de campo al tiempo en el que se está en él. Tal y como especificaban Hoces y Sampedro (1998) hay que trabajar antes, durante y al final de la salida.
- g) Sobresaturar de información. Debe dosificarse la información que se solicita, administrarla gradualmente, ya que de este modo se ayuda a contextualizar la actividad.
- h) Dar la sensación de que el problema planteado tiene una única solución y que está muy clara. De este modo lo único que se consigue es que el estudiante no medite sobre el problema y que abandone debido a la falta de motivación.
- i) Cerrar cuestiones planteadas al finalizar la salida sin haber accedido a los datos que dan la solución al problema planteado.

También es necesario tener en consideración el lugar de trabajo, el sitio donde se va a realizar la actividad ya que, dependiendo de éste, aparecen una serie de factores con los que hay que contar: el tiempo del que se dispone, el coste económico, la meteorología, el grado de conocimiento del lugar, la posibilidad de que el alumnado trabaje con autonomía (Del Carmen y Pedrinaci, 1997).

Realizar actividades fuera del aula desde una perspectiva investigadora requiere mucho esfuerzo y trabajo por parte del profesorado y del alumnado. Si esto es así, ¿Por qué en muchas ocasiones la valoración de este tipo de actividades es prácticamente nula? ¿Cómo se justifica el poco peso dado a estas actividades en la evaluación? Hoces y Sampedro (1998) analizan esta situación criticando dos tipos de argumento que suelen dar los profesores: la primera justificación para su baja valoración es porque se trata de actividades puntuales, y la segunda, porque el alumno puede recibir ayudas externas. Ante estas argumentaciones se observan los errores planteados anteriormente, en primera instancia, ya que no deberían de ser actividades puntuales y en segunda, que se tratan de actividades fundamentadas en la vinculación con el

modo en el que se hace ciencia, por lo que incluye el trabajo en equipo y el aprendizaje y la construcción de significados en interacción con los demás.

A pesar de su importancia, apenas existen referencias en cuanto al modo que el que se pueden evaluar los trabajos de campo, y las que hay, se refieren fundamentalmente a aspectos geológicos. Los modos de evaluación más utilizados por los profesores son la corrección del cuaderno de campo y la observación (Vilaseca y Bach, 1993).

Vilaseca y Bach (1993), plantean desde el enfoque de investigación-acción un modo de evaluación de las salidas de campo, justificando la importancia de la evaluación no solo desde una perspectiva didáctica, sino también investigadora. Consideran la evaluación como una “fuente de información para una continua modificación de las actividades con el objetivo de adecuarlas a las distintas situaciones que se produzcan” (Vilaseca y Bach, 1993:159). En esta investigación pretenden conocer los cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales de un grupo de alumnos tras la realización de una salida. Proponen tres estrategias de evaluación diferenciada en función del tipo de cambio esperado utilizando diversas estrategias metodológicas de análisis: uso de cuestionarios, entrevistas, exámenes.

Por otra parte, el avance en las tecnologías en nuestra sociedad permite enfocar desde un punto de vista distinto los modos de trabajar fuera del aula. Hoces y Sampedro (1998) ya enfatizaban en la necesidad de conectar el trabajo fuera del aula con las nuevas tecnologías, centrándose especial atención a los nuevos medios de comunicación como los audiovisuales, e internet.

### **3.3. Las grabaciones en video como herramienta didáctica en la enseñanza de las ciencias**

La utilización del video como herramienta didáctica en el área de las ciencias experimentales se está convirtiendo en un recurso muy importante. A través del video se pueden combinar imágenes, sonidos, textos, que aportan una gran variedad de mensajes (Mellado, Blanco y Ruiz Macías, 2009). Sin embargo, debido a la complejidad de este material se han descrito diversos obstáculos relacionados con el aprendizaje a través de esta herramienta (Sherin y Sherin, 2007). Por este motivo es necesario reflexionar sobre el tipo de utilización que se va a hacer del mismo a la hora de trabajar con él en el aula.

Existen distintos modos de utilización de los videos en el aula, que a su vez pueden proporcionar una serie de aprendizajes diferenciados. Sherin y Sherin (2007) establecen los siguientes modelos didácticos en torno al video:

- a) Video Clubs: se trata de encuentros en los que un grupo de profesores observan, analizan y discuten entre ellos algunos extractos de videos, indicando cuales son los aspectos más relevantes para ellos. Se suelen utilizar entre profesores para detectar aspectos clave de las situaciones en el aula.
- b) Problem solving cycle (Ciclos de resolución de problemas): son ciclos de talleres realizados por profesores para solucionar un problema concreto. Esta estrategia fue creada por investigadores de la Universidad de Colorado centrados en mejorar la enseñanza de las matemáticas. Inicialmente, un profesor muestra su problema a través de una grabación de su actuación en el aula y el resto del grupo le ofrece propuestas didácticas para esa mejora. En el siguiente ciclo analizan el video de nuevo. La última fase se centra en el estudiante y sus concepciones en torno a la materia analizada. El número de talleres puede variar a lo largo del año académico. Se trata de una estrategia que favorece el cambio y la mejora en el proceso de enseñanza aprendizaje ya que se fomenta un consenso entre el profesorado y favorece una disposición positiva en el aprendizaje a través de grabaciones de video en el aula al compartir esas ideas.
- c) Lesson study: los profesores, de forma cooperativa, marcan unos objetivos a largo plazo para trabajar en el aula con los estudiantes. Las lecciones propuestas se llevan a cabo, siendo uno de los profesores el que ejerce de profesor y el resto del equipo se encarga de realizar las grabaciones, recoger datos, analizarlos y debatirlos con el grupo. Los objetivos de esta técnica son diversos: obtener grabaciones que pueden ser consultadas, tener acceso a toda la situación del aula, fomentar el desarrollo de habilidades en el profesorado en la comprensión del alumnado y en sus estrategias de enseñanza.
- d) Problem-based learning models (Modelos basados en la resolución de problemas). Se trata de la utilización de grabaciones en el desarrollo de actividades basadas en la resolución de problemas. Permite a los maestros y profesores en formación desarrollar habilidades en el diseño y aplicación de actividades en el aula. Los futuros profesores se reúnen en grupos y visualizan, analizan y detectan problemas de una sesión grabada en video. Posteriormente, plantean propuestas de mejora o bien intentan diseñar una lección similar con una temática diferente. Se ha demostrado que este tipo de actividades favorece una adquisición de conocimientos en los profesores y maestros en formación.

e) Video case applications of cognitive flexibility theory (Aplicaciones de las grabaciones en videos para la teoría de la flexibilidad cognitiva (TFC)). La TFC, se preocupa por la fragmentación del conocimiento y su falta de estructuración y propone presentarlo a modo de “dominios de complejidad” (Spiro, Feltovich, Jacobson, Coulson, 1991). Esta nueva perspectiva de enseñanza se apoya en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y favorece el desarrollo de un pensamiento más flexible. Las grabaciones de video se usan, apoyando esta teoría, con varios fines: para incrementar la percepción del profesorado en torno a situaciones del aula, para interconectar conceptos, para aprender a trabajar en el aula en poco tiempo. En definitiva, para que los profesores y maestros en formación perciban la realidad del aula, no como elementos aislados sino, como una realidad compleja llena de interacciones y para acelerar la comprensión de determinados conceptos.

Otro modelo propuesto por Roberts y Chastko (1990), denominado *Microenseñanza*, se centra en la formación del profesorado. Un alumno expone un tema durante cinco minutos a sus compañeros del grupo encargados de grabar, transcribir y analizar. El objetivo de esta exposición es la preparación del alumno para su periodo de prácticas. No obstante, los comportamientos durante el proceso de enseñanza difieren de lo que luego realizan durante las prácticas (Lederman y Gess-Newsome, 1991).

Respecto a los conocimientos que se adquieren, como ya hemos mencionado son numerosos y diversos. No obstante Sherin y Sherin (2007), basándose en la clasificación establecida por Schwarz y Hartman (2007), categorizan los aprendizajes aportados por esta herramienta como: *doing* (hacer), *engaging* (implicarse), *seeing* (ver) y *saying* (decir y escribir).

No cabe duda de que la utilización del video desde una perspectiva didáctica es una herramienta potente para la adquisición de conocimientos por parte del alumnado, la mejora de estrategias didácticas y actividades concretas y la formación del futuro profesorado. Por este motivo, son muchos los investigadores que se decantan por la utilización de grabaciones de video para fomentar la mejora de la práctica docente en ciencias experimentales como, Durand (2008); Mellado et al., (2009); Santagana (2009); Richoux, Tiberghien, Saint Georges (2012).

### **3.4. Fundamentación teórica y epistemológica. Investigación-acción.**

A lo largo de este apartado especificaremos las principales características del diseño seleccionado para la realización de este trabajo, intentando justificar en todo momento dicha

decisión. Partimos de los orígenes de este tipo de investigación y su evolución hasta la actualidad, centrándonos en alguna de las perspectivas existentes. Revisaremos los conceptos relacionados con este diseño así como los procedimientos metodológicos que se utilizan para obtener una mejora en la praxis dentro del ámbito de educativo.

En la revisión bibliográfica relacionada con las salidas de campo hemos observado la existencia de pocas investigaciones asociadas al tema que tratamos (Rodrigo et al., 1999). Asimismo, el problema práctico del que partimos, relacionado con la pérdida de información del proceso de enseñanza-aprendizaje durante las salidas de campo en asignaturas relacionadas con aspectos biológicos y geológicos, ha sido detectado desde la práctica educativa no sólo desde mi visión como docente, sino también desde la práctica docente y la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Cortés Gracia et al., 2011; Sáez y Cortés, 2013).

### 3.4.1. Un breve resumen histórico.

Los inicios de la investigación-acción en el ámbito educativo se remontan a la década de los 40 en Estados Unidos, donde el psicólogo Kurt Lewin, a raíz de la Segunda Guerra Mundial, se centró en comprender y cambiar acciones humanas surgiendo así los primeros rasgos característicos de la investigación-acción: “el conocimiento, la intervención, la mejora y la colaboración” (Suárez Pazos, 2002: 1).

En la década de los 50 comienzan a aparecer las primeras críticas de la investigación-acción y se plantea su carácter *científico* y la falta de tiempo por parte de los profesores para investigar, lo que conlleva a un declive de este tipo de investigación. Durante los años 60 son pocos los trabajos presentados (Latorre, 1992).

No es hasta los años 70 cuando los australianos Carr y Kemmis, desde una visión crítica y emancipadora, comienzan a reivindicar que los docentes pueden llegar a ser investigadores y comienza a surgir un interés por lo práctico. El resurgir de la investigación-acción empezó a tener impacto en el Reino Unido en esa misma década. Elliott, Adelman y Stenhouse dieron el pistoletazo de salida (Suárez Pazos, 2002) desde una perspectiva de cambio curricular y de autonomía del profesorado como investigador con sus estudios sobre la reforma curricular.

Es ese movimiento curricular inglés el que llega a la investigación educativa española en los años 80 tras la ponencia de Elliott en el primer Congreso de Didáctica. Es entonces cuando la investigación-acción se introduce en España como una “forma de indagación *de* y *desde* la práctica educativa” (Guzmán, Cabrera, Yanes y Castro, 2008:168).

### 3.4.2. La investigación- acción. El concepto

Existen numerosas definiciones de investigación-acción. “Las distintas acepciones que han ido insertándose en el concepto de investigación- acción han ido sufriendo respectivos cambios con el tiempo, y, más concretamente, según el lugar y el contexto sociocultural y político que envuelve al investigador” (Latorre, 1992:289). A continuación mostramos algunas de ellas:

- a) “El proceso por el cual los prácticos intentan estudiar sus problemas científicamente con el fin de guiar, corregir y evaluar sistemáticamente sus decisiones y acciones” (Corey, 1953 en Latorre, 2003:24).
- b) “Un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma”. (Elliott, 1981 en Latorre, 2003:24). Según Elliott (1993) el objetivo fundamental de la investigación-acción es mejorar la práctica en vez de generar conocimientos. “La producción y utilización del conocimiento se subordina a este objetivo fundamental y está condicionado por él”. (Elliott, 1993:59).
- c) Kemmis (1984) definía la investigación-acción como:

Una forma de indagación auto-reflexiva realizada por los participantes, en las situaciones sociales para mejorar la racionalidad y la justicia de: a) sus propias prácticas sociales o educativas; b) su comprensión sobre las mismas; c) las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan (Kemmis, 1984 en Latorre, 2003:24).

- d) “Una indagación práctica realizada por el profesorado de forma colaborativa, con la finalidad de mejorar la práctica educativa a través de ciclos y reflexión” (Latorre, 2003:24)

Atendiendo a Elliott (1990), especificamos las siguientes características de la investigación-acción y justificamos nuestra decisión sobre la selección de este diseño:

La investigación-acción está relacionada con los “problemas prácticos cotidianos experimentados por los profesores” (Elliot, 1990:24). Partimos de un problema didáctico que surge en la praxis educativa, el cual queremos mejorar. El propósito consiste en “profundizar en la comprensión del profesor (diagnóstico) de su problema” (Ibíd: 24) adoptando una postura exploratoria. A partir de la profundización teórica en la temática adoptamos una “una postura teórica en la que la acción que se suspende temporalmente hasta conseguir una comprensión más profunda del problema práctico en cuestión” (Ibíd: 24). Al explicar lo que sucede, la investigación-acción construye un guión denominado “estudios de caso” que constituye una

teoría de la situación presentada en forma de narrativa con el lenguaje del sentido común. Con un plan de acción sometido a reflexión, comenzaremos los primeros pasos para la mejora del problema.

### 3.4.3. Modalidades de la investigación-acción

Tras una revisión bibliográfica, hemos encontrado distintas clasificaciones y modalidades de investigación-acción (Elliot, 1990; Latorre, 1992 y Latorre, 2003). Podríamos resumirlas en tres modalidades, tal y como señala Latorre (2003):

- a) Investigación-acción técnica, vinculada a las ideas de Lewin, su objetivo es mejorar la eficacia de las prácticas educativas mediante la participación del profesorado en programas diseñados por expertos.
- b) Investigación-acción práctica, el protagonismo es del profesorado que es el que selecciona el problema y lleva el control de todo el proceso. Estaría vinculado a los modelos de Elliott y Stenhouse. El investigador externo en este caso es simplemente un “amigo crítico”. Este trabajo podría incluirse en este modelo.
- c) Investigación-acción crítica, defendido por Carr y Kemmis, centrándose en las ideas de la teoría crítica. Persigue la emancipación del profesorado.

### 3.4.4. Proceso de investigación-acción

Los procedimientos que se utilizan en la investigación-acción parten del modelo en espiral de Lewin (1946). A partir de éste, han ido sufriendo ligeras modificaciones pasando por las propuestas de Carr y Kemmis (1988), Elliot (1993) y otros autores. Podemos decir que se trata de una “espiral de ciclos que consiste en planificar, actuar, observar y reflexionar” (Latorre, 2003:27) tal y como se muestra en la figura 2.

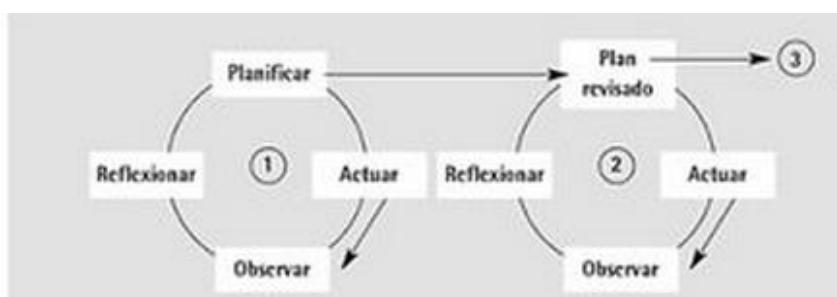


Figura 2. Proceso de investigación-acción. Latorre, 2003

Por tanto, consiste en una serie de fases caracterizadas por su flexibilidad que se modifican dependiendo de la consecución de la investigación. Es necesario partir de una idea general, de un problema detectado a través de la praxis de la realidad educativa. Por lo que requiere un diagnóstico de la situación, una descripción desde la perspectiva de los participantes y una interpretación. Una vez conocida la situación, es cuando podemos planificar la acción de mejora. Cabe destacar que se trata de un proceso largo, ya que alcanzar una mejora de un determinado aspecto requiere de tiempo. De ahí, como se mostrará a lo largo del trabajo, solo es un intento de iniciar una mejora, en la que alcanzamos una fase de acción que tendrá que ser modificada para la consecución del objetivo principal. Con la reflexión-sobre-la-acción y la reflexión-en-la-acción (Shön, 1992) modificamos el plan de acción para comenzar un nuevo ciclo conducente a la mejora, al cambio.

En la tabla 6 intentamos resumir las distintas perspectivas del proceso de investigación-acción extraídas de Latorre (2003).

Modelo	Proceso
Lewin (1946)	<p>Parte de una idea general, sus posibilidades y limitaciones y planifica el proceso.</p> <p>Aplica uno a uno los pasos planificados los evalúa y revisa para pasar al siguiente.</p>
Kemmis(1989)	<p>Partiendo del modelo de Lewin, establece un modelo que se mueve sobre dos ejes en continua interacción: el estratégico con dos momentos: acción y reflexión y el organizativo constituido por la planificación y observación. Los momentos implican una mirada retrospectiva y una visión prospectiva.</p>
Elliott (1993)	<p>Remodela el modelo Lewiniano con los siguientes pasos: identificación de la idea general, planteamiento de una hipótesis de acción, construcción del plan de acción con la implementación del paso 1, su evaluación y la revisión de todo el plan.</p>
Whitahead (1989)	<p>Critica el modelo de Kemmis justificando que no es aplicable al ámbito educativo. Plantea los siguientes pasos: experimentar el problema, imaginar la solución, poner en práctica la imaginación, evaluar los resultados, modificar la práctica a partir de la evaluación.</p>

Tabla 6. Modelos del proceso de investigación-acción



## 4. Propósito

Esta investigación tiene un doble propósito que parte de la planificación, diseño y aplicación de un plan de acción en el contexto de formación del profesorado de Biología y Geología. Por una parte, fomentar la reflexión didáctica del profesorado en formación durante el desarrollo de una salida de campo; por otra, conocer los procesos de aprendizaje que se suceden durante el desarrollo de la actividad.

Así, el desarrollo y aplicación de este plan y su posterior evaluación en profundidad nos permitirá detectar si hemos conseguido una reflexión didáctica por parte del alumnado y si hemos sido capaces de conocer cómo se desarrollan los procesos de aprendizaje durante este tipo de actividades.

### 4.1. Finalidad, justificación teórica y objetivos.

La investigación se centra en diseñar un plan de actuación en una actividad de campo que permita al profesorado de secundaria en formación reflexionar sobre su práctica, al mismo tiempo que nos permita comprender qué es lo que sucede, desde el punto de vista de los aprendizajes que van adquiriendo, cuando los estudiantes salen al campo con un cierto grado de autonomía.

A partir de las cuestiones principales de la investigación surgen varias preguntas más concretas que nos servirán de herramienta de evaluación de la actividad y posterior reflexión para continuar los ciclos de investigación-acción. Para, como última finalidad, conseguir una mejora en el contexto de las salidas de campo en la formación del profesorado. Así, ante la cuestión de “¿Cómo podemos favorecer la reflexión didáctica de los profesores de biología y geología en formación en una actividad de campo en la que se utiliza una metodología basada en indagación?” nos surgen cuestiones tales como:

*¿Qué tipo de dificultades (desde la visión de Cañal et al., 2008) percibe el profesorado en formación durante la realización de la actividad? ¿Cómo cree el profesorado en formación que resuelve sus propias dificultades mientras construye conocimiento científico durante el desarrollo de la práctica?*

*¿Cuáles son los objetivos que perciben de la actividad tras su realización? ¿Y tras fomentar su reflexión?*

*¿Cuáles son las opiniones del profesorado en formación en torno a la transposición didáctica de la actividad al aula de secundaria?*

Las preguntas anteriores se justifican dentro de un marco teórico que nos permite plantear los siguientes objetivos:

- a) Conocer las percepciones del alumnado (profesorado en formación) en torno a las dificultades y los modos de resolución durante el desarrollo de la actividad. De este modo, se permite que éstos empleen estrategias metacognitivas, íntimamente relacionadas con la reflexión. Así intentamos fomentar una reflexión en la acción (inteligencia práctica), (Shön, 1991).
- b) De una forma directa, conocer los objetivos que perciben en torno a la actividad nos permitirá evaluar si se consigue que el alumnado detecte como objetivo principal la reflexión didáctica. Ya que nuestro plan de acción, en esta primera fase de la investigación, consta de distintas partes, podemos ver la evolución de las declaraciones del alumnado a lo largo del desarrollo de la actividad.
- c) La última cuestión, relacionada con la transposición didáctica al aula de secundaria, favorece una reflexión sobre la acción (inteligencia reflexiva) (Shön, 1991).

Por otra parte, ante la segunda pregunta de investigación: “¿Cómo podemos conocer los procesos de aprendizaje del alumnado durante el desarrollo de actividades de campo basadas en indagación?” surgen de nuevo preguntas más concretas:

*¿Cuáles son las estrategias que podemos emplear para recabar información en ambientes de trabajo tan dispersos?*

*Si somos capaces de observar todo lo que está sucediendo, ¿Qué dificultades tiene el profesorado en formación durante el desarrollo de la actividad? ¿Cómo resuelven esas dificultades?*

Asimismo, estas cuestiones relacionadas con la mejora de las actividades de campo tienen una finalidad justificada:

- a) Ante la dificultad que tenemos, en este tipo de actividades, de obtener información de todo el grupo sobre lo que están realizando, había que pensar en una estrategia que nos permitiese observar lo que sucedía durante el trabajo en equipo. Uno de los aspectos fundamentales en la investigación-acción es la observación, ya que se trata del paso previo para la reflexión (Latorre, 2003). Supervisar todos los aspectos a tener en cuenta

en las salidas de campo, en las que se trabaja con un alto grado de autonomía y en las que el profesor es un guía en el proceso de aprendizaje (Anderson, 2002), es una tarea complicada.

- b) Asimismo, si a través del diseño de la acción solventamos la problemática descrita en el párrafo anterior, un modo de evaluar la reflexión del profesorado y de conocer en cierta medida los procesos de aprendizaje y la construcción de un conocimiento científico puede ser el análisis de las dificultades que observamos durante el desarrollo de la actividad y de los modos en los que se van resolviendo (Sáez y Cortés, 2012). De este modo, no sólo seremos capaces de evaluar la reflexión didáctica generada por nuestros alumnos, sino que conoceremos los procesos que se suceden. Consideramos que el conocimiento de las dificultades (Cañal et al., 2008) puede ser una buena herramienta para el análisis de los procesos de aprendizaje (Sáez y Cortés, 2012).

Como toda investigación-acción, el objetivo de su desarrollo es la mejora de la situación problemática (Latorre, 2003). Partiendo de un elaborado plan de acción, trataremos de alcanzar una mejora para la formación del profesorado. Por tanto, nuestro objetivo principal será:

*Favorecer la reflexión didáctica del profesorado de biología y geología en formación durante una actividad de campo basada en la metodología de indagación dirigida.*



## 5. Método

El diseño del plan de acción y su posterior análisis y reflexión han supuesto un proceso complicado. Con ayuda de mis directores y compañeros del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales fuimos modificando el diseño de la actividad hasta conseguir dar con un modo mediante el cual se consiguiese contestar a las preguntas planteadas y solventar los problemas metodológicos con los que nos encontrábamos.

Nos imaginamos que el lector se preguntará: ¿por qué trabajar en el contexto de la formación del profesorado de biología y geología?, ¿por qué no continuar con la formación de maestros de primaria una vez realizado el estudio piloto? Son diversos los motivos que nos hicieron decantarnos por la opción de implementar la acción en el contexto en el que nos centramos, destacando los siguientes:

- a) En primer lugar, como ya anticipamos, los resultados obtenidos en el estudio piloto muestran que las alumnas de la Diplomatura de Magisterio analizadas tenían unos conocimientos en materia científica similares a los alumnos de secundaria. En general, la formación previa de estos estudiantes en materia de ciencias es diversa y en la mayor parte de los casos muy limitada. En muchas ocasiones, los hábitos de trabajo durante la formación previa de estos estudiantes (primaria y secundaria) se basan en la mera manipulación, aplicación de teorías o principios, etc. (Cortés y Gándara, 2006). Los estudiantes accedían a los estudios de la diplomatura de maestro con un conocimiento fragmentado, superficial y poco sólido (Cañal, 2000) y no es muy distinto en el caso de los actuales Grados. A esto debemos añadir el variado bagaje intelectual de los estudiantes, lo que hacía que abordar contenidos científicos junto a asuntos propios de la didáctica específica supusiera una tarea tal vez excesivamente ambiciosa (de forma similar a lo indicado por Barberà, 2002). Numerosos investigadores se plantean este tipo de cuestiones que se pueden resumir en el problema que proponen Newman et al. (2004: 274): “¿Cómo enseñamos la pedagogía si los estudiantes no entienden la ciencia, y cómo enseñamos la ciencia si los estudiantes no entienden la pedagogía?”
- b) En segundo lugar, a pesar de que durante el curso 2012-2013 impartía una asignatura de ciencias en grado de maestro en educación primaria, la planificación y aplicación de la actividad fue inviable debido a la organización de la materia y el número de alumnos que tenía en clase, por lo que no era posible involucrar a un grupo de clase completo en la investigación, tal y como se pretendía en la misma.

- c) Por último, la planificación de la asignatura en el Master del Profesorado, en la cual uno de mis tutores impartía clase, con un número menor de estudiantes, una buena formación científica de partida y un número mayor de horas semanales de trabajo, permitió desarrollar un plan de acción que integraba, al mismo tiempo, estas estrategias de reflexión didáctica como un elemento más de la materia, de acuerdo con los objetivos de la asignatura (Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de la Biología y Geología).

Este último punto, nos hizo plantear inicialmente la opción de elegir un diseño distinto. No obstante, tras valorar el potencial de la propuesta, determinamos que la investigación-acción en la modalidad práctica era la que definía mejor nuestra investigación, ya que:

Confiere un protagonismo activo y autónomo al profesorado, siendo éste quien selecciona los problemas de investigación y quien lleva el control del propio proyecto. Para ello puede reclamarse la asistencia de un investigador externo, de otro colega, o en general de un *amigo crítico* (...). La investigación-acción práctica implica la transformación de la conciencia de los participantes así como cambio en las prácticas sociales. (Latorre, 2003:30)

## 5.1. Diseño

Atendiendo a las propias posibilidades de realización del trabajo de campo, y considerando que la mejor manera de alcanzar el objetivo que se ha planteado es a través de la investigación-acción, justificamos las decisiones tomadas en los siguientes apartados.

Como toda investigación-acción, necesitamos planificar la acción conducente a obtener una mejora en la problemática de partida. Consideramos que para poder comprender el marco del que partimos es necesario justificar de forma breve el modo en el que trabajamos con los alumnos de la diplomatura de Maestro en Educación Primaria, ya que fue, a partir de este pequeño estudio de caso, de donde surge el plan de acción que realizamos con los alumnos del Máster de Secundaria.

### 5.1.1. El estudio piloto

La salida de campo analizada en el estudio piloto, dispuesta como una actividad dentro de la asignatura de Didáctica de los aspectos biológicos y geológicos del medio, se tituló *Los árboles y arbustos del campus universitario*. En ella se pretendía que los futuros maestros se familiarizasen con la observación de elementos naturales, tomasen datos, realizasen esquemas e identificasen ejemplares de árboles y arbustos mediante claves sencillas. No obstante, uno de los objetivos implícitos en esta actividad era considerar los aspectos didácticos -posibles dificultades, cómo superarlas, como adaptar la actividad a un determinado ciclo educativo, etc.- de cara a la transposición al aula de primaria. Esta actividad se puso en marcha con la participación de 97 estudiantes divididos en 4 grupos de clase divididos a su vez en equipos de 3-4 estudiantes. Uno de los equipos firmó su consentimiento para ser filmado por una persona ajena a la asignatura.

La secuenciación de la actividad consistía en cuatro partes diferenciadas a las que denominamos tareas. Tal y como se muestra en la tabla 7, la tarea 1 fue una explicación previa en clase sobre conceptos básicos de botánica en la que el profesor les comunicaba los objetivos. En la segunda tarea, en el campus de la Plaza San Francisco (Universidad de Zaragoza), los alumnos registraron con el apoyo de una ficha de observación (Anexo I) todos los aspectos que consideraron relevantes para la posterior identificación de los ejemplares. La última tarea presencial consistía en la identificación de los ejemplares con la utilización de un libro de claves dicotómicas (Carrasquer, Álvarez, Lafuente y Pérez, 2001). Por último, como tarea no presencial, los alumnos tenían que entregar un informe en el cual detallasen, no sólo el nombre del ejemplar y sus características sino también el proceso seguido y las dificultades con las que se habían encontrado durante el desarrollo de la actividad.

Las características de la actividad propuesta responden muy bien a lo definido por Del Carmen y Pedrinaci (1997) como *la salida como tratamiento de problemas*. Es decir, que el alumno se enfrenta a un problema que le obliga a buscar una solución; en este caso la identificación de ejemplares del campus universitario. Con la recogida de información, muestras, datos, así como con la utilización del libro de claves dicotómicas aprenden técnicas de trabajo en el campo. A partir de la información recogida establecen evidencias en el laboratorio. Por último, presenta un informe en el que deben comunicar los resultados.

<b>Actividad: “Los árboles y arbustos del campus universitario”</b>				
Tareas/Duración	<u>Tarea 1:</u> presentación de la actividad (presencial)/ 2 horas	<u>Tarea 2:</u> toma de datos en el campo (presencial)/ 2 horas	<u>Tarea 3:</u> identificación de ejemplares en el laboratorio (presencial)/ 2 horas	<u>Tarea 4:</u> elaboración del informe final (no presencial)
¿Qué se espera que hagan los alumnos?	<p><i>Aspectos didácticos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Características generales de las plantas.</li> <li>- Conceptos implicados.</li> <li>- ¿Para qué sirven las prácticas de campo y laboratorio? ¿Qué podemos hacer con el alumnado de primaria? ¿Qué tenemos que hacer en esta práctica y cómo?</li> </ul> <p><i>Aspectos procedimentales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cómo y dónde vamos a trabajar?</li> <li>- ¿Qué datos debemos registrar?</li> <li>- Distribución de equipos y zonas de trabajo.</li> <li>- Aclaraciones sobre la base de orientación y la toma de datos con ejemplos reales.</li> <li>¿Qué problemas surgen en este momento?</li> </ul>	<p>No se recogen muestras físicas de las plantas. Se realizan esquemas y fotografías que permitan la posterior identificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de datos registrados: Árbol/arbusto. Porte. Tipo de hojas y disposición en las ramas. Flores, frutos, otros rasgos.</li> <li>- Observaciones: incluidas las dificultades encontradas durante el registro de datos.</li> <li>-Todas las fichas de recogida de datos se entregan junto al informe final...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilización de datos y evidencias para la identificación de los ejemplares. Uso de claves dicotómicas sencillas (adaptadas al nivel escolar).</li> <li>- Pasos seguidos para la identificación y evidencias utilizadas.</li> <li>-Dificultades encontradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localización del ejemplar. Fotos / dibujos.</li> <li>- Proceso seguido para la identificación.</li> <li>- Nombre vulgar y científico del ejemplar.</li> <li>- Dificultades surgidas durante la actividad.</li> </ul>

Tabla 7. Esquema general de la actividad con sus tareas y momentos analizados.

Por otra parte y en relación con lo anterior, este tipo de salidas las podríamos incluir dentro del modelo didáctico de indagación dirigida. En la tabla 8 establecemos una comparativa entre la salida de campo como tratamiento de problemas, la indagación dirigida, y la salida que realizamos en nuestro estudio piloto.

<b>La salida de campo como tratamiento de problemas (Del Carmen y Pedrinaci, 1997)</b>	<b>Indagación dirigida (NRC, 2002)</b>	<b>“Los árboles y arbustos del campus universitario” (Sáez y Cortés, 2012)</b>
El alumno se enfrenta con problemas que le obligan a buscar soluciones	Mostrar curiosidad, definir cuestiones a partir del conocimiento ordinario.	Tarea 1. ¿Qué árboles y arbustos nos podemos encontrar en el campus universitario? Se trata de un problema cotidiano al que se deben enfrentar.
Planifica cómo comenzar la toma de datos, plantea posibles soluciones para ir respondiendo al problema.	Proponer explicaciones o hipótesis iniciales y planificar y llevar a cabo la pequeña investigación.	Tarea 2. Durante la toma de datos de cada uno de los ejemplares seleccionados, planifica el modo de trabajar, y plantea hipótesis en torno a las distintas anotaciones.
Analiza y extrae evidencias en el laboratorio.	Formular explicaciones basadas en la evidencia y considerar otras explicaciones.	Tarea 3. Los datos tomados durante la tarea 2, se analizan para extraer conclusiones sobre el nombre del ejemplar.
Se enfrenta a la redacción de una memoria en la que se comuniquen las vivencias, interpretaciones y resultados de la vivencia.	Comunicar al profesor y al resto de la clase las explicaciones y discutir sobre ellas.	Tarea 4. Presentan un informe, realizado en grupos al profesor.

Tabla 8. Tabla comparativa entre la indagación dirigida, la salida como resolución de problemas y nuestra actividad.

El objetivo de la pequeña investigación previa presentada partía del propósito de conocer qué aprendían los alumnos cuando trabajaban en actividades basadas en indagación con un alto grado de autonomía, como era el caso de la actividad diseñada. Nos centramos en la grabación en video y posterior análisis de un grupo de alumnas. Con un ir y venir de la teoría al campo establecimos una categorización en torno a las dificultades que aparecían y los modos en los que se resolvían (Sáez y Cortés, 2012). Por otra parte, recopilamos todos los informes finales realizados por la clase que también fueron analizados.

Las grabaciones nos permitieron ver qué tipo de dificultades aparecían, no obstante, al revisar los informes finales, nos sorprendió que tan sólo el grupo de alumnas que fue analizado indicase alguna dificultad.

### 5.1.2. Planificación de la acción

La serie de decisiones tomadas a la hora de establecer el plan de acción dependió de las características de cada uno de los participantes. Así que, en primer lugar nos centraremos en hablar del grupo de alumnos con los que trabajamos para intentar alcanzar el objetivo de esta investigación.

#### i. Participantes

El grupo de alumnos que participó en esta investigación, cursó la especialidad de biología y geología en el Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas durante el año académico 2012-2013. En concreto, en la asignatura *“Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología”* el grupo de clase estaba constituido por dieciséis alumnos, de los cuales catorce asistían a clase de forma habitual.

La procedencia académica del alumnado era diversa: geólogos, biólogos, bioquímicos, ambientalistas, veterinarios, entre otros. Respecto a los conocimientos relacionados con botánica -la temática en la que se centra este trabajo- la mayor parte del alumnado declaró no conocer apenas los aspectos relacionados con los ejemplares leñosos (árboles y arbustos). No obstante, un geólogo y un ingeniero agrónomo conocían en profundidad la temática y habían trabajado con aspectos relacionados con la misma.

El profesor que impartía la asignatura, uno de mis tutores en este trabajo, sería el encargado de orientar al alumnado durante el desarrollo de la actividad. Sus consideraciones en torno a la actividad y al desarrollo del plan de acción fueron determinantes, ya que conocía al grupo en profundidad: los modos en los que actuaba cada alumno ante determinadas situaciones académicas, las relaciones dentro del grupo y los conocimientos previos debido a su formación.

Respecto a mi situación como participante, compañera *“crítica”* y con una visión externa y menos sesgada, me encargaría, junto con mis tutores y otros compañeros, de desarrollar el plan de acción, de colaborar en su aplicación y de analizar con rigor los datos obtenidos, así como de reflexionar sobre la acción.

## ii. El plan de acción

A partir de los resultados obtenidos en el estudio piloto, comenzamos a desarrollar nuestro plan de acción para los participantes del presente estudio.

Había que diseñar una actividad que cumpliese una serie de condiciones para que pudiese considerarse *indagadora*, así que consideramos partir de la base de la actividad del estudio piloto. No obstante, nos surgía la primera barrera: *¿Cuáles son las estrategias que podemos emplear para recabar información en ambientes de trabajo tan dispersos?*

En el estudio piloto habíamos analizado la actuación de un solo grupo, detectando que las grabaciones eran una buena estrategia para poder observar qué era lo que estaba sucediendo; qué dificultades aparecían durante la construcción de un conocimiento científico en el que se observa, se registran datos, se establecen evidencias fundamentadas en relación con un marco teórico y se presenta un informe final. No obstante, filmar a toda la clase cuando ésta se encuentra dispersa, era una tarea difícil.

En este punto, existían dos tipos de posibilidades sobre la grabación realizada a cada uno de los grupos distribuidos:

- Grabación realizada por colaboradores externos.
- Grabación realizada por los miembros de cada grupo.

Debido al contexto de la clase, nos decantamos por la combinación de las dos ideas anteriores. En el aula había dos personas que conocían en profundidad los conceptos y procedimientos a tratar, por lo que si trabajaban con los demás compañeros, probablemente, la actividad la acabarán guiando ellos y repercutiría en el proceso de aprendizaje de sus compañeros. Por tanto, decidimos separar de forma aleatoria a la clase en tres grupos. De este modo, dos grupos serían grabados por sus compañeros “*expertos*” y el restante por una persona ajena a la clase, que fui yo. De este modo quedaba solucionado el problema de la observación.

No obstante, la mera utilización de las grabaciones de video, observando desde una postura externa las actuaciones del alumnado, no era suficiente para conseguir una reflexión por parte del profesorado en formación. Así que nos planteamos:

- Definir unas cuestiones que deberían ser contestadas tanto por ellos mismos como por sus compañeros en torno a su actuación tras la visualización del video.
- Utilizar metodologías distintas en cada uno de los grupos para que, posteriormente, realizasen un análisis de sus actuaciones y, que de forma cruzada, sus compañeros también lo analizasen.

El plan de acción definitivo de la actividad planteada fue el que se muestra a continuación.

a) Fechas propuestas para la acción:

La asignatura en la que planificamos el diseño de la acción tenía lugar durante el segundo cuatrimestre del curso 2012/2013. Atendiendo a la secuenciación de actividades de la misma, la parte presencial de la actividad se realizaría en dos sesiones de tres horas cada una desarrolladas en dos días consecutivos.

Un aspecto importante a considerar eran las condiciones meteorológicas y la época del año en la cual se podía observar un mayor número de ejemplares (ya que hay gran cantidad de ejemplares de hoja caduca en el campus universitario).

Atendiendo a estas consideraciones, las fechas seleccionadas fueron el 19 y 20 de Marzo.

b) Planificación y diseño de la actividad

La actividad definitiva fue diseñada a partir de los resultados obtenidos en el estudio piloto. En este caso, la sesión inicial sobre aspectos conceptuales (Tarea 1) no se realizaría. No obstante, el profesor hablaría sobre los objetivos de la actividad y el modo en el que se iba a trabajar (distribución de equipos de trabajo, elección de las cámaras, metodologías diferenciadas por equipos de trabajo). Por otra parte, informaría de que los datos recopilados durante la actividad serían utilizados para la realización de una investigación.

La clase se dividiría en tres equipos de trabajo constituidos por 4 ó 5 personas, que tendrían que seleccionar al menos cinco ejemplares para su identificación. El procedimiento de identificación de cada uno de los grupos sería distinto, debido a que los materiales aportados para el desarrollo de la actividad se darían en orden distinto. De este modo los equipos fueron distribuidos del siguiente modo:

- Equipo A: En el momento de la toma de datos dispondrían de libros de identificación con claves dicotómicas (Carrasquer et al., 1987; Carrasquer et al, 2002). Sin embargo, no tendrían una ficha orientativa (guía de observación) para la recogida de esos datos. Una vez en el aula deberían completar la ficha de observación en función de los datos anotados.
- Equipo B: Dispondrían de todo el material desde el inicio de la actividad: tanto los libros de identificación como la guía de observación (Anexo I).

- Equipo C: Realizarían la actividad del mismo modo que las alumnas del estudio piloto. Es decir, en los jardines del campus tendría a su disposición una pequeña guía de observación para la recogida de información sobre los ejemplares y un glosario con terminología específica de botánica. Una vez recogidos los datos, identificarían los ejemplares en el aula con la ayuda de las claves dicotómicas.

Respecto a las grabaciones de video, determinamos que dos de los tres equipos serían grabados por uno de sus compañeros expertos en botánica. El tercer equipo sería filmado por la investigadora externa.

Estas grabaciones y su análisis serían parte del desarrollo de la actividad para el profesorado en formación. Cada uno de los equipos debería analizar su actuación y la de otro grupo. Como se observa en la figura 3, a parte del análisis sobre su propia actuación, el equipo A analizaría la actuación del equipo B, el equipo B analizaría la del C, y se cerraría el ciclo con el análisis del equipo A realizado por el equipo C.

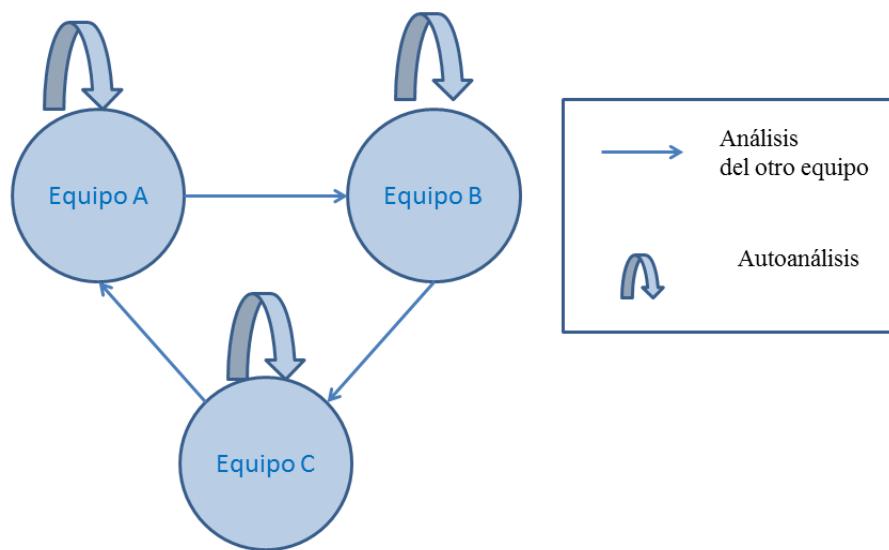


Figura 3. Diseño de utilización de las grabaciones de video para la actividad

Otro aspecto que consideramos, y atendiendo a la problemática descrita, fue plantear cuestiones que orientasen al alumnado en el análisis de las actuaciones durante el desarrollo de la actividad. Estas cuestiones debían ser introducidas en el informe final junto a la identificación de los ejemplares y la toma de datos. Así, los alumnos deberían contestar primero de forma individual y luego, realizar una puesta en común con los miembros de su equipo tanto sin haber visualizado las grabaciones de video como tras la visualización. Las cuestiones planteadas están incluidas en el Anexo II y en el apartado de procedimientos de forma detallada.

Fechas propuestas/ tiempo estimado	¿Qué se trabaja?	Materiales por equipos		
		A	B	C
12/3/2013 (1 hora)	-Explicación previa de la actividad.  -Distribución de equipos de trabajo.	Consentimiento por parte del alumnado para la realización de la actividad.		
19/03/2012 ( 3 horas)	-Salida al campus universitario.  -Recogida de datos.  -Identificación de ejemplares.  -Filmación por parte de los “cámaras”.	<p>Campus universitario</p> <p>-Dos libros de identificación de ejemplares a través de claves dicotómicas. -Cámara de video y persona encargada de la grabación</p> <p>-Ficha de observación -Cámara de video y persona encargada de la grabación</p>		
20/03/2012 (3 horas)	-Finalización de la identificación.  -Completar las cuestiones planteadas para tras la identificación.  -Explicación de distribución de grabaciones.	<p>Aula (Junto con los materiales que tenían en el campo)</p> <p>-Ficha de observación - Acceso a búsqueda de información a través de internet.</p> <p>- Acceso a búsqueda de información a través de internet.</p>		
No presencial (Fecha de entrega del informe final 23/05/2013)	-Análisis de las grabaciones de video.  -Contestar a las cuestiones planteadas.  -Finalizar informe de identificación de ejemplares.	<p>- Cuestionarios que deben completar tras la finalización de la actividad (tanto de forma individual como la puesta en común).  - Cuestionarios para el análisis de las grabaciones (Tanto el autoanálisis como el análisis cruzado de forma individual y puesta en común.)</p> <p>- Cuestiones planteadas. - DVD que contiene la grabación de su actuación durante el desarrollo de la actividad y la del grupo asignado para analizar.</p>		

Tabla 9. Resumen de la planificación de la actividad.

A modo de resumen, en la tabla 9 mostramos las fases de la actividad que planificamos, junto con fechas y materiales de los que disponía cada equipo en cada tarea.

### 5.1.3. La acción.

Tras la planificación de la acción y llegadas las fechas, se fue cumpliendo el calendario de actividades establecido.

Así, el profesor informó al alumnado sobre la actividad. Los alumnos participantes dieron su consentimiento para la utilización de las grabaciones y la posterior visualización de los mismos por sus compañeros y por personas ajenas al aula, en este caso una investigadora externa. En el anexo III incluimos la hoja de consentimiento de grabaciones que firmaron los alumnos participantes.

Por otra parte se acordó la asignación definitiva de grupos siendo la que se muestra en la tabla 10.

Equipos	Nº Participantes	Cámara
A	5	Miembro del grupo. Uno de los expertos asignados.
B	4	Miembro del grupo. Uno de los expertos asignados.
C	5	Investigadora externa.

Tabla 10. Distribución definitiva de los grupos.

La distribución fue realizada de forma no aleatoria teniendo en cuenta las características en cuanto a conocimientos previos del alumnado y la asistencia a clase de forma habitual. Dentro de cada uno de los equipos, se intentó que fueran lo más heterogéneos posibles en cuanto a formación previa de los participantes y que esas características estuvieran distribuidas de una forma más o menos similar entre los tres equipos.

Por otra parte, se acordó con los “cámaras” que, aunque lo deseable es que jugaran un papel no participante dentro de cada equipo, podían dar orientaciones puntuales a los compañeros del mismo. En ese caso, estarían actuando como un “guía experto” y en el posterior análisis sus colaboraciones deberían ser consideradas como una ayuda externa.

#### 5.1.4. Instrumentos

El diseño de la actividad y los documentos utilizados durante el desarrollo de la misma, proporcionan al mismo tiempo los instrumentos de recogida de la información para evaluar el impacto de nuestra acción. Por tanto, buena parte de los instrumentos de registro de nuestra investigación son los materiales utilizados para el desarrollo de la actividad.

De este modo, como investigadores en la acción observaremos los efectos de la misma a través de las siguientes herramientas:

- a) Grabaciones en video de los tres equipos de trabajo. Nos permitirán observar qué es lo que está sucediendo en cada uno de los equipos y comparar las percepciones del alumnado en torno a la actividad.
  - b) Documentos. Todos los documentos aportados por el alumnado serán utilizados para recoger información sobre el proceso. Estos documentos, presentes en el informe final, los podemos dividir del siguiente modo:
    - Cuestionarios abiertos: las preguntas planteadas, que desde una perspectiva didáctica deberían favorecer la reflexión del alumnado, nos permitirán obtener información sobre si se consigue alcanzar el objetivo de nuestra investigación. Se utilizaron dos modelos, uno que se debía contestar de forma individual y otro para una puesta en común de las reflexiones individuales. De este modo, cada uno de los alumnos se vería obligado a utilizar estrategias metacognitivas que, tras la puesta en común, se verían modificadas o confirmadas.
- Estos cuestionarios los podemos dividir en:
- Cuestionarios tras la realización de la actividad:
    - Primero de forma individual.
    - Y posteriormente tras una puesta en común.
  - Cuestionarios tras la visualización de las grabaciones:
    - Auto-observación:
      - Primero de forma individual.
      - Y posteriormente tras una puesta en común.
    - Observación por parte de otro equipo (observación cruzada):
      - Primero de forma individual.
      - Y posteriormente tras una puesta en común.
  - Fichas de observación de los ejemplares de cada uno de los equipos.

- Informe sobre la identificación de los ejemplares.

Respecto a las herramientas de análisis de la información recogida fueron utilizados los siguientes programas informáticos:

- a) Microsoft Word 2010
- b) VLC media player.
- c) Atlas.ti. 6.0.
- d) Microsoft Excel 2010.

#### 5.1.5. La reflexión como procedimiento.

Entendemos reflexión como “el conjunto de tareas – recopilación, reducción, validación e interpretación- con el fin de extraer significados relevantes, evidencias o pruebas en relación con los efectos o consecuencias del plan de acción” (Latorre, 2003: 83).

##### i. Recopilación de la información.

A partir de los datos obtenidos durante el desarrollo de la acción comenzamos nuestro análisis para interpretar la situación y evaluar la acción descrita.

Debido a la cantidad de información recogida a través de distintas vías (grabaciones de video de los tres grupos e informes finales de los tres grupos), fue necesaria la elaboración de esquemas y una codificación de documentos que nos permitiesen organizar nuestras ideas y, a partir de ellos, comenzamos a trabajar.

En la figura 4 se muestra de un modo resumido la organización de la documentación objeto de análisis.

Dentro de las grabaciones de video teníamos dos fuentes de información: un análisis externo y un análisis realizado de forma cruzada por parte de los compañeros de clase.

Para el análisis externo de las grabaciones de video se realizó la transcripción completa de las actuaciones de cada uno de los equipos y fueron codificadas dentro de los documentos primarios como “Equipo A”, “Equipo B” y “Equipo C”.

Los nombres asignados a los alumnos en las transcripciones de las grabaciones han sido puestos de forma que se mantiene oculta la identidad de los mismos. Aparecen las iniciales

asignadas cuando intervienen o son nombrados. Asimismo, al comienzo de la actividad firmaron una hoja de consentimiento para ser grabados en video (Anexo III).

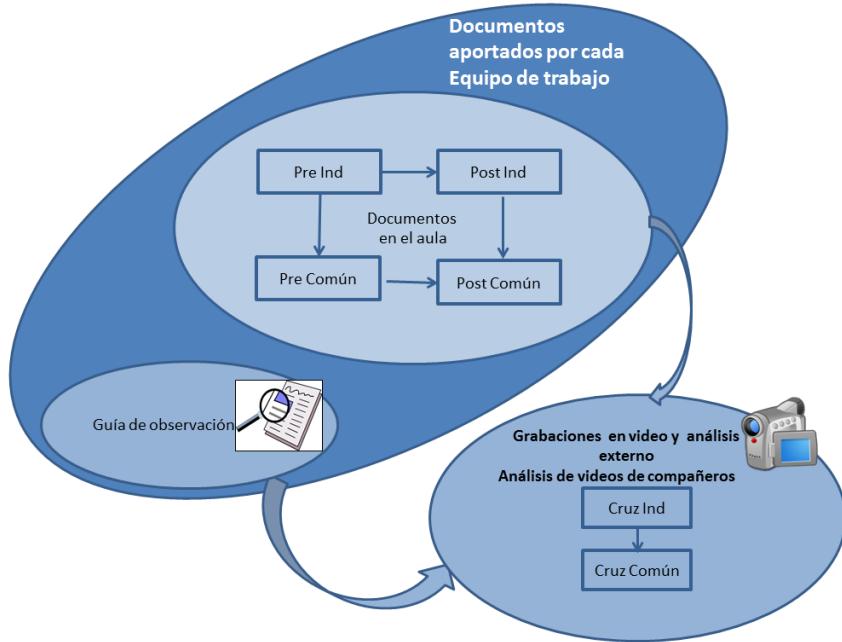


Figura 4. Organización de documentos

El análisis cruzado (guiado a través de unas cuestiones abiertas) se realizó de forma grupal por cada equipo de trabajo y fue codificado como “Cruz Común”. Se pidió también un análisis individual que únicamente fue cumplimentado por dos personas. Por ello, se decidió no incluirlo en el análisis.

Respecto a los documentos aportados por cada grupo, nos encontramos con varios bloques. Por una parte disponíamos de las fichas de recogida de datos (guía de observación). Por otra, de los cuestionarios abiertos, en los que cada equipo analizaba su propia actuación. Estos últimos habían sido contestados de forma individual y posteriormente habían hecho una puesta en común para cada una de las fases. Las guías de observación y los informes finales no fueron incluidos en la unidad hermenéutica de análisis; no obstante, fueron considerados como instrumento de análisis.

Los documentos aportados por cada equipo de trabajo tras la realización de la actividad fueron codificados como “Pre”. A su vez se clasificaban como respuestas individuales “Pre ind” y puesta en común “Pre común”. Con los documentos aportados tras la observación de sus actuaciones a través de las grabaciones de video se realizó el mismo desglose, denominándose en este caso “Post Ind” y “Post Común”.

Equipos	Documento			Número de documento primario/Nombre asignado
A	Análisis externo	Transcripciones de las grabaciones		P3/Equipo A (Anexo IV)
		Análisis cruzado realizado por el equipo C		P6/Cruz común
	Documentos elaborados por el equipo	Cuestionarios tras la finalización de la actividad	Individual	P1/ Pre Ind
			Puesta en común	P2/Pre común
		Cuestionarios tras la visualización de la actividad en video	Individual	P4/ Post Ind
			Puesta en común	P5/Post común
	Guías de observación de los ejemplares			No incluido en la unidad
Informe final sobre la identificación			No presentan	
B	Análisis externo	Transcripciones de las grabaciones		P7/Equipo B (Anexo V)
		Análisis cruzado realizado por el equipo A		P11/Cruz común
	Documentos elaborados por el equipo	Cuestionarios tras la finalización de la actividad	Individual	P8/ Pre Ind B
			Puesta en común	P9/Pre común B
		Cuestionarios tras la visualización de la actividad en video	Individual	No presentan
			Puesta en común	P5/post común B
	Guías de observación de los ejemplares			No incluido en la unidad
Informe final sobre la identificación			No presentan	
C	Análisis externo	Transcripciones de las grabaciones		P14/Equipo C (Anexo VI)
		Análisis cruzado realizado por el equipo B		P17/Cruz común
	Documentos elaborados por el equipo	Cuestionarios tras la finalización de la actividad	Individual	P12/ Pre Ind C
			Puesta en común	P19/Pre común C
		Cuestionarios tras la visualización de la actividad en video	Individual	P15/ Post-ind C
			Puesta en común	P16/Post común C
	Guías de observación de los ejemplares			No presentan
Informe final sobre la identificación			No presentan	

Tabla 11. Clasificación de la documentación recopilada

A modo de resumen en la tabla 11 incluimos la relación de la información recopilada por los equipos, el nombre asignado a cada documento primario para su análisis y los anexos (incluidos en el presente trabajo) a los que corresponden.

A continuación mostramos el procedimiento de análisis realizado para cada tipo de documentación:

a) Transcripciones de las grabaciones de video y grabaciones

- Análisis externo

Las grabaciones de video fueron realizadas durante el desarrollo de toda la actividad propuesta. Los contenidos de dichas grabaciones fueron transcritos de forma literal, incluyendo entre paréntesis aquellas acciones que fueron consideradas como pertinentes para su futuro análisis.

A través de las grabaciones de video queríamos conocer el tipo de dificultades que surgían así como los modos en los que se iban solucionando. De esta forma obtuvimos información acerca de los procesos de aprendizaje que suceden durante el desarrollo de la actividad.

Por otra parte, a partir de los resultados obtenidos, podríamos verificar si las grabaciones de video utilizadas de este modo (como herramienta didáctica) podían considerarse una buena estrategia para conocer qué es lo que sucede durante el desarrollo de la salida de campo en un contexto de indagación dirigida.

- Análisis cruzados.

Los análisis de las grabaciones cruzadas, es decir los realizados por los compañeros de otros grupos, tienen una doble función:

- a. Nos sirven –aunque solo en cierta medida, ya que no se detienen en profundidad en la descripción- como un modo de validar la información que obtenemos a través del análisis externo. En el cuestionario se les plantea que indiquen de forma justificada las principales dificultades y modos de resolución que observan en sus compañeros. Aparte de la descripción de la situación problemática, el tipo de justificación suelen consistir en decir en qué momento de la grabación está sucediendo.
- b. Se trata de una herramienta de reflexión. Permiten detectar dificultades y modos de resolución en compañeros que están realizando la actividad con un enfoque distinto. Por otra parte, les hacen reflexionar sobre las posibles dificultades que tendrían los alumnos

de secundaria si llevasen a cabo la actividad del mismo modo en el que lo han hecho sus compañeros.

Así, las preguntas orientativas que se les plantean en el “análisis cruzado común” son las que se muestran en la tabla 12.

Una vez completados cada uno de los apartados, reúnete con los miembros de tu grupo para hacer una puesta en común. Del mismo modo que has hecho de forma individual, justifica las cuestiones planteadas indicando en qué momento de la grabación de video se observa.

1. Indica y ejemplifica los dos problemas más importantes que han surgido durante la realización de la actividad.
2. Enumera y ejemplifica los dos modos de resolución de los problemas que surgen durante la realización de esta actividad.
3. Enumera los principales problemas previstos en los alumnos de secundaria

Tabla 12. Cuestiones orientativas para el análisis cruzado.

Las preguntas planteadas para el análisis cruzado partían de una reflexión individual que planteaba una serie de cuestiones más amplias (Ver anexo II). No obstante, dado que fueron pocos los alumnos que entregaron por escrito ese apartado, decidimos no incluirlo en el análisis, ya que al analizar las puestas en común, todos los grupos incluían cuestiones relacionadas con el análisis individual.

#### b) El informe final

El informe final de cada equipo de trabajo debía contener las cuestiones planteadas (tanto las del autoanálisis como las del análisis cruzado), la guía de toma de datos completada con al menos 4 ejemplares y una identificación de cada uno de esos ejemplares.

- Guías de recogida de la información. (Anexo I)

Dependiendo de la metodología de trabajo asignada a cada equipo (A, B, o C) los alumnos completan la guía de observación aportada en el campo o en el aula.

La guía de observación contiene los apartados recogidos en la tabla 13. La información que nos aporta tiene relación con la coherencia entre las grabaciones realizadas y lo que han trabajado (sobre todo en los equipos de trabajo que han sido filmados por compañeros, ya que pueden haber omitido algún tipo de información durante la grabación).

EJEMPLAR nº:

Aspecto general: árbol/arbusto, porte, altura, color y grosor del tronco...

Localización:

Hojas: disposición en la rama, simple/compuesta, forma, rasgos distintivos (borde, base, ápice, etc.)

Flores, inflorescencias y frutos (si los hay):

Otras características:

Tabla 13. Guía de observación de ejemplares

- Cuestionarios abiertos

Los cuestionarios que tenían que cumplimentar los alumnos durante el desarrollo de la actividad, son utilizados como herramienta de reflexión y nos aportan una valiosa información acerca de:

- a. Las percepciones en torno al objetivo de la actividad y su evolución. Tanto tras la realización de la actividad como tras la visualización del video se les pregunta por el objetivo de la actividad y se hace, al mismo tiempo, de forma individual y en la puesta en común. De este modo podremos conocer si detectan como objetivo principal de la actividad la reflexión didáctica. Además, observamos el modo en el que resumen la información al realizar la puesta en común.
- b. Las dificultades que detectan durante la realización de la actividad y los modos en los que las van resolviendo pueden permitir al profesorado en formación reflexionar sobre la metodología didáctica y las posibles dificultades que conlleva. Al igual que en el caso anterior, detectaremos la modificación o no de las percepciones en torno a la actividad así como la priorización de las mismas a través de las puestas en común.
- c. Preguntar al futuro profesorado sobre las posibles dificultades detectadas y los modos en los que las resolverían los alumnos de secundaria puede fomentar la reflexión didáctica, haciendo que el profesorado adopte la perspectiva de sus futuros alumnos.
- d. A partir de las cuestiones relacionadas con las dificultades declaradas y sus modos de resolución, se plantea al profesorado en formación que proponga mejoras para la actividad que han realizado. La pregunta se deja abierta, de modo que pueden contestar desde dos posiciones: mejoras para secundaria o mejoras de la propia actividad. Esto nos aporta información sobre cual consideran que es el objetivo de la actividad.

En la tabla 14 mostramos una comparativa - entre “Pre ind”, “Post común”, “Post ind” y “Post común” – a través de una matriz en la que se relaciona cada una de las cuestiones planteadas con algunas de las preguntas que queremos contestar en este trabajo.

Así, ante la cuestión de *¿Cuáles son los objetivos que perciben de la actividad tras su realización? ¿Y tras fomentar su reflexión?*, se intenta dar respuesta a través de las cuestiones que aparecen en la columna 1. Entendemos que el proceso de reflexión se desarrolla a lo largo de toda la actividad. Podemos observar una evolución de las percepciones conforme los alumnos reflexionan a través de las cuestiones planteadas sobre la actividad. Por otra parte, mediante la interpretación de las actuaciones a través del análisis de las grabaciones de video, podremos ver si lo que declaran tiene relación con lo observado.

Las preguntas de investigación *¿Qué tipo de dificultades percibe el alumnado durante la realización de la actividad? y ¿Cómo cree el alumnado en formación que resuelve las dificultades que supera para construir el conocimiento durante el desarrollo de la práctica?*, se responderían en la segunda y tercera columna. Asimismo, a través del análisis de las grabaciones de video confirmaríamos si nuestra interpretación y sus percepciones coinciden.

Por último, ante la cuestión *¿Cuáles son las opiniones del profesorado en formación en torno a la trasposición didáctica de la actividad al aula de secundaria?*, nos apoyaríamos en las dos últimas columnas y observaríamos la evolución una vez desencadenada la reflexión a lo largo de toda la actividad.

#### - La identificación de los árboles

Esta parte del informe pone de manifiesto la importancia que da el grupo a la identificación de los ejemplares, objetivo secundario de la actividad. De forma intencionada no se propone un formato concreto para este apartado.

Cuestiones planteadas						
Tras la realización de la actividad (Pre-)	Individual (- Ind)	¿Cuál consideras que ha sido el <b>objetivo</b> de la práctica? Justifica tu respuesta.	¿Cómo han sido los <b>problemas</b> con los que te has encontrado a la hora de identificar cada uno de los ejemplares?	¿Cómo consideras que se <b>han ido superando</b> ?	¿Cómo crees que serían las <b>dificultades</b> que les podrían surgir a los alumnos de <b>secundaria</b> ? ¿Y las formas de <b>solucionar el problema</b> ?	En relación con todo lo anterior, ¿Cómo <b>mejorarías la actividad propuesta</b> ?
	Puesta en común (-Común)	¿Cuál es el principal <b>objetivo</b> de la práctica?	Enumera los <b>principales problemas</b> que han surgido durante la realización de la actividad.	Enumera los <b>principales modos de resolución</b> de problemas durante la realización de esta actividad.	Enumera las <b>principales dificultades</b> previstas en los <b>alumnos de secundaria</b>	Indicad la <b>principal propuesta de mejora</b> para la actividad y justificadlo
Tras la visualización de las grabaciones (Post-)	Individual (- Ind)	Después de la discusión en clase y de la visualización del video, ¿Ha cambiado tu opinión <b>sobre el objetivo de la práctica</b> ?	¿Cómo son las <b>dificultades que has encontrado</b> al analizar la actuación de tu grupo durante la práctica?	¿Cómo se <b>solucionan los problemas</b> que van surgiendo? ¿Podrían haberse solucionado de otro modo?	¿Cómo crees que <b>hubiese sido la actuación</b> de un alumno de secundaria?	---
	Puesta en común (-Común)	¿Cuál es el principal <b>objetivo de la práctica</b> ?	Enumera los <b>principales problemas que han surgido</b> durante la realización de la actividad.	Enumera los <b>principales modos de resolución</b> de problemas durante la realización de esta actividad.	Enumera las <b>principales dificultades</b> previstas en los alumnos de secundaria	Indicad la <b>principal propuesta de mejora</b> para la actividad y justificadlo
Indicador para valorar el objetivo		Objetivos percibidos y su evolución	Dificultades propias declaradas y su evolución	Modos de resolución ante las dificultades declaradas y su evolución	Dificultades que creen que aparecerían en secundaria y su modo de resolución	Propuestas de mejora para la actividad que han realizado.

Tabla 14. Comparativa de cuestiones planteadas en relación con las preguntas de la investigación planteadas.

## ii. Reducción de la información

Las transcripciones realizadas durante la visualización de las actuaciones del profesorado en formación y los documentos aportados por los mismos fueron incluidas dentro de una unidad hermenéutica en el programa Atlas.ti 6.0.

A partir de las mismas empezamos a categorizar los datos obtenidos con objeto de reducir la información de la que disponíamos. Para ello, nos apoyamos en la categorización utilizada durante el desarrollo del estudio piloto (Sáez y Cortés, 2012). Tras un ir y venir de la teoría al campo fuimos saturando las categorías hasta alcanzar la categorización definitiva. Asimismo, a cada categoría se le asignó un código y fueron incluidas dentro de familias. Las categorías establecidas fueron consideradas relevantes y pertinentes con el objeto de la investigación.

De este modo, logramos responder a las preguntas que nos permiten conocer si se ha alcanzado el objetivo propuesto. En la tabla 15 se muestran las categorías establecidas dentro de cada familia (dificultades, resolución, objetivos, propuestas de mejora) junto con una breve definición de las mismas.

En este trabajo consideramos como dificultades lo que Cañal et al. (2008) denominaban obstáculos, es decir:

“los factores de tipo conceptual, procedimental y actitudinal que forman parte del conocimiento profesional docente y cuya presencia implícita o explícita en el pensamiento y/o praxis puede constituir una rémora que interfiere en su progresión hacia los esquemas de comprensión y actuación característicos de la perspectiva investigadora actual.”(Cañal et al., 2008: 345)

Asimismo, consideramos los modos de resolución de esas dificultades como las estrategias utilizadas para superar estos factores que, en consecuencia, favorecen el avance en la construcción del conocimiento.

La categorización en torno a los objetivos parte de los objetivos planteados para el desarrollo de nuestra actividad, tanto los principales, como sería el potencial didáctico de la actividad, como los secundarios.

Las propuestas de mejora las podemos definir como todas aquellas actuaciones que pueden hacer que la actividad diseñada mejore en algún aspecto, ya sea relacionado con la planificación o con una mayor comprensión de los conceptos por parte del alumnado. Siempre desde la perspectiva de profesores.

Familia	Categorías/Código	Definición
Dificultades	Dificultad actitudinal/DA	Relacionado con aspectos de dispersión en el trabajo en equipo, mal comportamiento, o falta de interés.
	Dificultad conceptual asociada a la materia/DCM	Todas aquellas dificultades que estén relacionadas con aspectos de fisiología y anatomía de plantas.
	Dificultad conceptual no asociada a la materia/DCNM	Relacionado con aspectos no asociados a la botánica pero que son necesarios para la descripción del ejemplar: colores, alturas,...
	Dificultad procedural/DP	Relacionado con los problemas a la hora de utilizar determinados procedimientos: uso de libros, completar los datos en la hoja de registro, organización de los pasos a seguir para llegar al resultado,..
Modos de resolución	Comparación /Comp	Uso de la comparación con otros materiales y/u objetos físicos. Por ejemplo, comparar la hoja de un árbol con la del árbol anterior, sus alturas.
	Conocimientos previos conceptuales/CPC	Conocimientos previos del alumnado relacionados con los conceptos asociados a la actividad. En este caso, sobre botánica.
	Conocimientos previos procedimentales/ CPP	Conocimientos previos del alumnado relacionados con el uso de determinados procedimientos. Por ejemplo, los pasos que siguen para el uso del libro de claves dicotómicas.
	Debate/ Deb	Discusiones dentro del grupo hasta alcanzar un consenso en torno a un determinado aspecto.
	Guía/ G	Uso de glosario, libro de identificación u otras fuentes para la resolución de una dificultad.
	Profesor/ Prof	Ayuda del profesor o persona especialista para la resolución de un problema
Objetivos	Científicos/ Cien	Usar los pasos que usan los científicos para generar conocimiento: Todo lo que incluya observación, emisión de hipótesis, establecimiento de inferencias y extracción de conclusiones.
	Trabajar en equipo/Coop	Trabajar en equipo
	Naturaleza/Nat	Conocer el entorno, ponerse en contacto con la naturaleza, valorar la importancia del entorno en la sociedad.
	Potencial Didáctico/PD	Reflexionar sobre la actividad desde un perspectiva didáctica: posibles dificultades que se presentan durante la realización de la actividad, los modos en los que se resuelven, transposición didáctica al aula de secundaria,...
Propuestas de mejora	Modificación del diseño y/o contexto/ RMD	Resolución modificación del contexto/diseño. Cambia aspectos del contexto de la actividad para mejorar la actividad y solucionar los problemas que aparecen: ya sea de la organización de la actividad, de los materiales a utilizar u otros relacionados.
	Procedimientos/ P	Practicar procedimientos relacionados con la actividad.
	Conceptos/ C	Profundización en aspectos conceptuales relacionados con la materia.

Tabla 15. Descripción de las categorías establecidas dentro de cada familia

Una vez establecidas y validadas las categorías definitivas, comenzamos a analizar los datos obtenidos. Para el análisis utilizamos el programa de análisis cualitativo Atlas.ti 6.0 y Microsoft Excel 2010.

La utilización del Query tool, el uso de redes, de diagramas de barras y matrices conceptuales nos permitió interpretar lo sucedido durante la acción.

### iii. Criterios de validez

Atendiendo a la clasificación establecida por Guba y Lincoln (1985), expuestos por Sandín (2003), justificamos los criterios de credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad del estudio presentado.

- a) Credibilidad: Es la exactitud en la descripción de la situación. En nuestro caso aparecen diversas estrategias que garantizan que nuestra investigación es creíble atendiendo a Latorre (2003).
  - Triangulación múltiple: existe un control cruzado del fenómeno desde distintas perspectivas: en el tiempo, de investigadores y de métodos. Recogemos datos para reflexionar sobre un mismo fenómeno en distintos momentos temporales, a través de distintas técnicas y en colaboración con los participantes del estudio.
  - Juicio crítico de colegas: en este caso se basa en la opinión de mis tutores de este trabajo y de los compañeros del departamento, así como en la presentación de metodologías y resultados parciales en congresos especializados en didáctica de las ciencias experimentales.
- b) Tranferibilidad: Está relacionada con la aplicabilidad de los resultados a otros contextos. La descripción exhaustiva del contexto en el que nos centramos y la cantidad de información recogida permiten comparar el contexto del grupo analizado con otros contextos.
- c) Dependencia: Entendida como la consistencia de los resultados, es decir, su fiabilidad. El rigor en el procedimiento de análisis de los datos, la validación de los cuestionarios a través del apoyo de mis tutores y otros compañeros hacen que los resultados obtenidos sean fiables.
- d) Confirmabilidad: Garantiza la objetividad de la información obtenida. La reflexión en todo momento durante el proceso de análisis de los datos obtenidos, así como las estrategias de triangulación favorecen la neutralidad y objetividad de los resultados obtenidos.



## 6. Resultados

Partiendo del objetivo de nuestra investigación en la acción, planteamos una serie de preguntas que nos permitirían evaluar y reflexionar sobre la actividad desarrollada objeto de mejora. Para ello, como ya explicamos detalladamente en el capítulo de método, utilizamos diversas herramientas de registro y análisis que nos permitieron comprender e interpretar lo que estaba sucediendo durante el desarrollo de la actividad. A partir de éstas interpretamos lo que estaba sucediendo.

### 6.1. Interpretación de la información

#### 6.1.1. Las grabaciones de video

Para poder comprender las percepciones del alumnado en torno a la actividad planteada, consideramos necesario observar la realidad de modo que no perdiésemos información. Así, el modo de observar lo que estaba ocurriendo durante el desarrollo de la actividad propuesta fue a través de las grabaciones de video. Con ellas, analizamos las dificultades y los modos de resolución que aparecían.

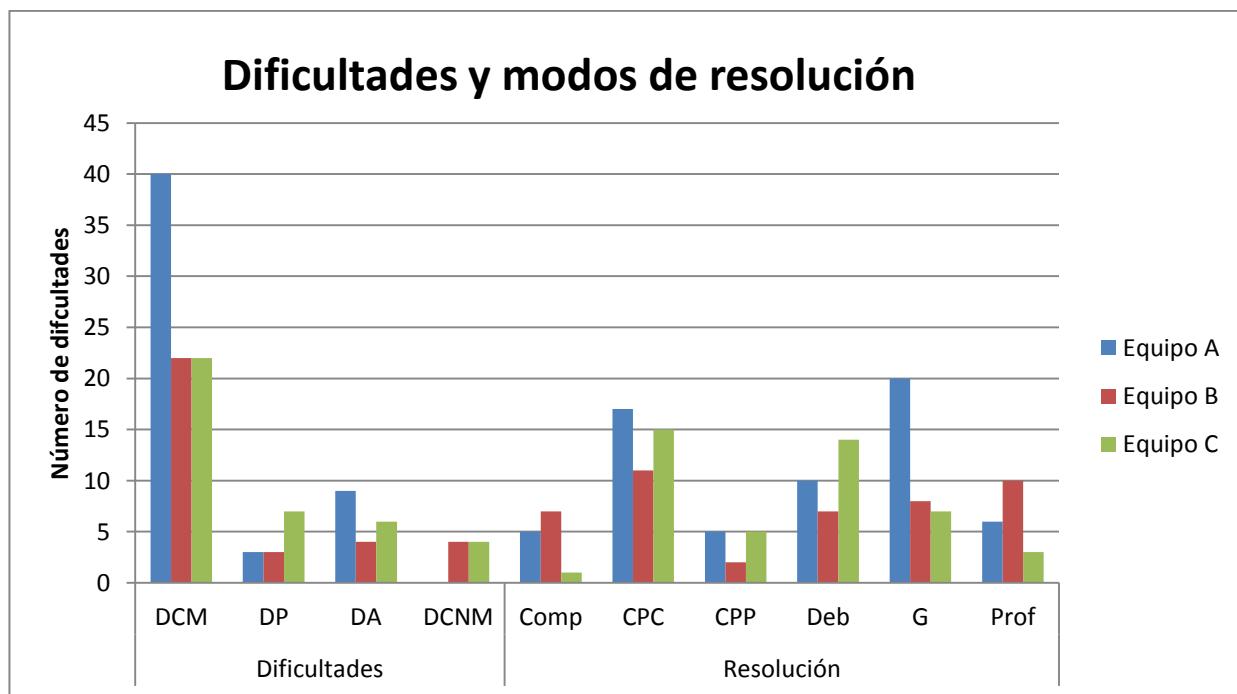


Figura 5. Dificultades y modos de resolución de cada uno de los equipos de trabajo

En la figura 5 se observa la aparición de dificultades conceptuales asociadas a la materia (DCM), procedimentales (DP) y actitudinales (DA) en todos los equipos de trabajo. Sin embargo no se aprecian dificultades conceptuales no asociadas a la materia (DCNM) en el Equipo C. En general, la mayor cantidad de dificultades aparece, en todos los equipos, en las conceptuales asociadas a la materia (DCM).

Respecto a los modos de resolución, aparecen en mayor o menor medida en todos los equipos la utilización de la comparación (Comp), los conocimientos previos conceptuales (CPC) y procedimentales (CPP), el debate (Deb), el uso de la guía (G) y el apoyo por parte del profesor o un especialista (Prof).

Los resultados obtenidos, meramente descriptivos, nos permiten visualizar la existencia de una serie de dificultades durante el desarrollo de la actividad que se van solventando a través de distintas estrategias. Asimismo, los distintos tipos de dificultades y determinados modos de resolución aparecen en alguna ocasión en todos los equipos. A partir de estas observaciones y considerando la estrategia metodológica utilizada para cada equipo durante el desarrollo de la actividad, podemos concluir que, independientemente del modo en el que trabajan y los estudios previos de los que parten, surgen el mismo tipo de dificultades. No obstante, si nos centramos en cada una de las dificultades y analizamos la situación de cada equipo, observamos ciertas diferencias.

Las dificultades conceptuales asociadas a la materia, que aparecen en los tres equipos, van asociadas a un determinado nivel de complejidad conceptual relacionado con los materiales de los que disponían. Por ejemplo, el equipo C, que en el campo tenía como material un glosario y una ficha de observación, presenta dificultades conceptuales asociadas a la materia de un nivel mucho más complejo que los otros dos equipos. Los equipos B y C, por el contrario, presentan dificultades que no van más allá de lo que les plantea el libro de identificación para continuar con la siguiente dicotomía. El equipo C presenta, en unas ocasiones, dificultades similares a las de los otros dos equipos y, en otras, dificultades más complejas debido a que desconoce la información que le va a solicitar el libro, por lo que intentan detallar al máximo la descripción. En la tabla 16 mostramos algunos ejemplos extraídos de la transcripción de las grabaciones.

Equipos	Transcripción de Dificultad conceptual asociada a la materia (DCM)	Localización en la unidad hermeútica
A	M: y ¿esto qué es? ¿una piña.? MA: una piña en formación o que es MA: una piña futura	3:80 (541:543)
B	O: ¿Qué se considera porte? M: no tengo ni idea	7:6 (47:48)
C	P: chicas, yo tengo dudas, yo tengo dudas de si eso son flores. Para mi hay dos cosas diferentes, los frutos y ahí dentro hay otra cosa distinta, que yo creo que pueden ser flores, masculinas.	14:124(810:811)

Tabla 16. Ejemplos de dificultades conceptuales asociadas a la materia

Respecto a las dificultades no asociadas a la materia, relacionadas principalmente con los colores y las medidas, aparecen únicamente en los equipos B y C. La justificación de esta situación, en el caso del equipo C, se debe a que, al no saber las características que considera el libro de identificación, detallen mucho más su observación así como las anotaciones oportunas. El equipo B, que metodológicamente se encontraba en una situación intermedia entre el equipo A y el C, necesita describir algún detalle, de ahí la aparición de dificultades. El equipo A procedió a la identificación a partir de las dicotomías existentes en el libro, no siendo necesario entrar en detalle, por lo que no les surgieron dificultades de este tipo.

Las dificultades actitudinales se observan durante el desarrollo de la actividad en los tres equipos, y son debidas, en la mayoría de los casos, a la dispersión o a la falta de interés en la temática por parte de alguno de los miembros, por ejemplo:

*“A: ¿podemos empezar?*

*M: 98?*

*MA: no, que es que nos hemos quedado ahí. Que nos han puesto que era un eucalipto o un peral.*

*A: que hemos acabado*

*M: ah... ” 3:119(734:736)*

No obstante, en el equipo C aparecen una serie de tensiones entre algunos miembros del grupo que hacen que se dificulte la tarea, por ejemplo:

*“R: bueno espera, que es imbricado, que no puede ser escamiformes porque si no saldrían hacia afuera.*

*Q: no, no es ni una ni otra, ¿no?*

*S: porque*

*Q: es lo que hemos puesto antes, porque se parece más.*

*R: pero no son imbricadas*

*Q: donde estaba*

*S: se ve mejor en el dibujo grande.*

*(Buscan en la guía)*

*Q: ah, sí, eran las imbricadas.*

*R: una implica que son las escamas como todas de continuidad y las otras como que salen hacia....*

*Q: no, pero yo me refería a la palmera*

*R: ah*

*Q: que se parecía más al tipo de la palmera, se parecía más a esto. Pero, no...Me callo, no digo nada.” 14:123(778:790)*

Respecto a las dificultades procedimentales, aparecen en situaciones similares en los tres equipos de trabajo. Por ejemplo ante el modo de utilizar el libro de identificación de árboles y arbustos:

“*E: No puede ser...*

*A: ¿Por qué empieza?*

*MA: No, sí que puede ser, claro*

*A: pone el índice...no hay nada más interesante*

*E: son diferentes...o sea, e...l” 3:2 (19:23)*

Los modos de resolución de las dificultades son diversos. Los alumnos participantes utilizan estrategias de resolución de forma variada. Se observa una mayor autonomía por parte del equipo C, que utiliza la ayuda del profesor con menos frecuencia, a pesar de que las apariciones durante el desarrollo de la actividad son similares en los tres equipos.

Entendiendo *dificultades* como aquellas barreras conceptuales, procedimentales y actitudinales que surgen durante la construcción del conocimiento, entendemos, que el modo en el cual el alumnado aprende más es a través de la metodología llevada a cabo por el equipo C. Al encontrarse con más *problemas* debido a la necesidad de detallar en la descripción, tienen que buscar estrategias de resolución que les permita alcanzar su objetivo (el nombre del ejemplar). No obstante, este aspecto no está relacionado con la evaluación de la actividad, pero nos sirve de reflexión para futuros planes de acción en torno a esta temática.

Una vez descrita la realidad a través de la utilización de las grabaciones en video, podemos concluir que la utilización de las grabaciones de video como herramienta didáctica nos permite conocer qué sucede en actividades de campo en las que el alumnado trabaja con un alto grado de autonomía.

### 6.1.2. Los análisis cruzados

Las grabaciones de video de la actividad fueron “*cruzadas*” entre los equipos y, a través de éstas, realizaron un pequeño análisis dirigido a través de unas cuestiones. Los resultados obtenidos nos sirven, en cierta medida, como triangulación de nuestro análisis externo. A través de una red elaborada con el programa Atlas.ti. 6.0, mostramos los resultados obtenidos en la figura 6.

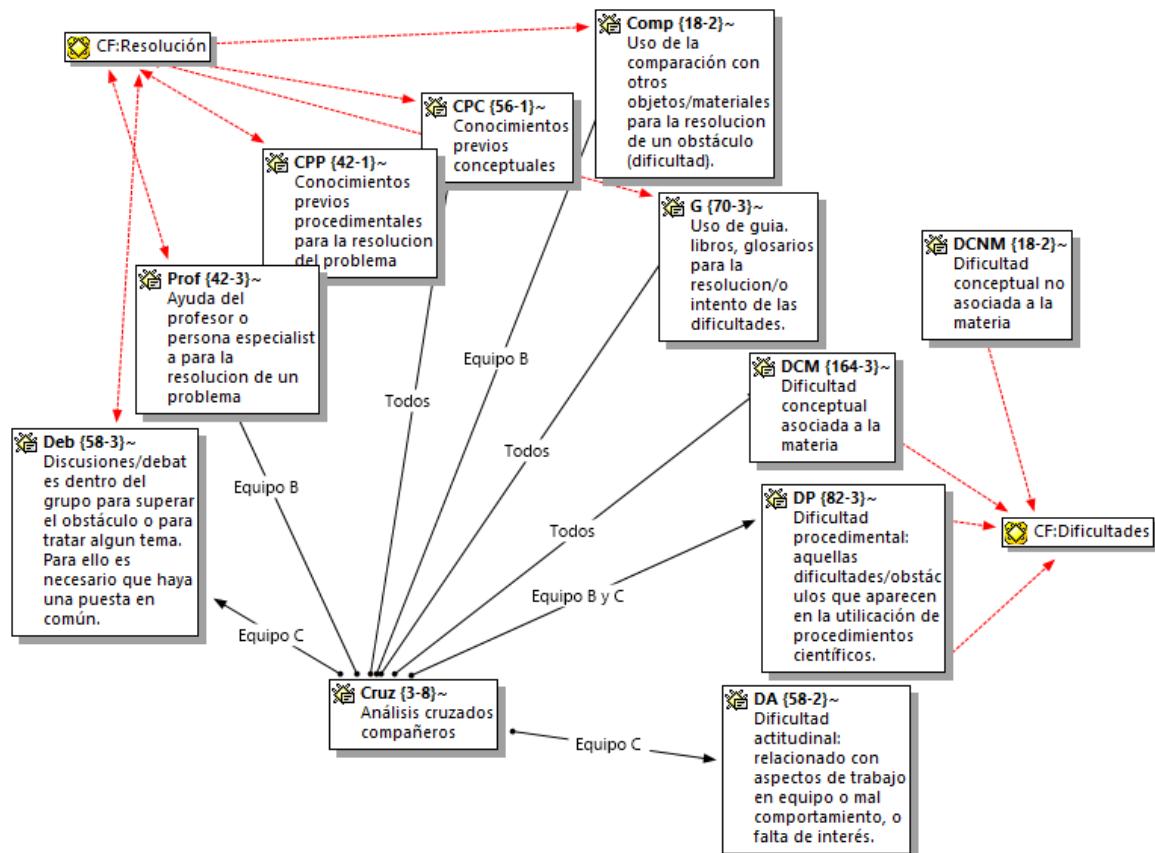


Figura 6. Análisis cruzado de las dificultades y los modos de resolución

Como se observa en la figura 6, aparecen las dificultades y los modos de resolución categorizados para el análisis. Así, el cuadrante “cruz” corresponde con los análisis cruzados. Las líneas que relacionan los análisis cruzados con las dificultades y los modos de resolución

están realizadas de tal forma que en su nexo aparece la denominación del equipo en el cual se han detectado esas dificultades.

Observamos que todos los equipos, desde el análisis cruzado de los otros equipos, presentan dificultades conceptuales asociadas a la materia. Como se observa en el análisis anterior (figura 5) son el tipo de dificultades que aparecen con mayor frecuencia en todos los grupos.

Las dificultades procedimentales son detectadas en los equipos B y C y no en el A. Ya que su aparición es baja (menos de 5 dificultades detectadas), consideramos que, al no haber realizado un examen tan exhaustivo, no hayan sido capaces de detectarlas. Esta situación se da también en el caso de las dificultades no asociadas a la materia, que no son consideradas en ningún análisis.

Respecto a las dificultades actitudinales, éstas son detectadas en el equipo C. Como ya describimos en el análisis de las grabaciones, es un grupo en el que aparecen muchas tensiones y parece mucho más sencillo diagnosticar la situación.

Los modos de resolución de las dificultades detectadas en todos los equipos son fundamentalmente el uso de la guía y de conocimientos previos conceptuales, que son los que aparecen con mayor frecuencia en nuestro análisis desde una visión global. Asimismo, el resto de modos de resolución detectados coincide con los que aparecen en mayor frecuencia en el análisis externo.

Por tanto, podemos afirmar que las dificultades detectadas a través de un análisis externo coinciden con el análisis cruzado. Al mismo tiempo, se trata de un indicador de la implicación del alumnado participante en el desarrollo de la actividad.

Por otra parte, en este análisis cruzado, los alumnos debían indicar qué propuestas de mejora realizarían ante la metodología analizada.

Existe unanimidad entre los equipos en que, para trabajar en secundaria esta actividad, las opciones de mejora pasarían por modificar el contexto y el diseño de la actividad, poner a más profesores para que estén pendientes de los alumnos, hacer un libro más fácil,... Sin embargo, ninguno de los equipo reflexiona sobre las consecuencias de esas modificaciones: las dificultades que suponen modificar determinados aspectos, el tiempo dedicado por parte del profesor a las mismas, la organización del centro, etc.

Otras propuestas que plantean en menor medida son la realización de un ejemplo práctico en el aula o la explicación de conceptos relacionados con la identificación de ejemplares, sin justificar el motivo de esta propuesta ni cuáles serían las consecuencias de su aplicación.

Por tanto, los profesores en formación son capaces de prever posibles dificultades en la actuación de sus futuros alumnos. No obstante, elaboran propuestas de mejora en torno a la actividad analizada que, en la mayor parte de los casos, carecen de una justificación didáctica fundamentada.

#### 6.1.3. El informe final

Los documentos que debían incluir en el informe final incluían, además de los análisis cruzados, la guía de observación, los cuestionarios abiertos y un informe sobre la identificación de los ejemplares.

- La guía de observación

Nos sirvió para ver la coherencia existente entre lo sucedido en el campo y lo registrado (anotado) *in situ*. La comparación de lo observado en las grabaciones con lo escrito en la guía nos permite verificar la adecuación de los datos registrados en función de los hechos sucedidos.

- Los cuestionarios

Los cuestionarios elaborados planteaban varios puntos de interés que nos permitían contestar a nuestras preguntas y, de este modo, analizar si se alcanzaban los objetivos nuestra investigación.

##### a) Evolución de los objetivos percibidos sobre la actividad realizada

A través de los cuestionarios se planteó a los alumnos que indicasen cuáles creían que eran los objetivos de la actividad planteada.

Consideramos que para que haya reflexión en torno a una temática, es necesario que conozcan qué es lo que tienen que hacer. Así, durante el desarrollo de la acción, los alumnos fueron informados de los objetivos de la actividad propuesta.

Los resultados en torno a la percepción de los objetivos se muestran en la figura 7. En ella establecemos una relación entre los objetivos que planteamos, tanto el principal, es decir, el

análisis del potencial didáctico de la actividad (PD), como otros secundarios: contacto con la naturaleza (Nat), trabajar en equipo (Coop), utilizar los pasos que utilizan los científicos, desde la perspectiva indagadora de la actividad (Cien).

La red elaborada para conocer la evolución de las declaraciones del alumnado en torno a los objetivos muestra la unión de los objetivos percibidos, cuya denominación ha sido “*objetivo*” con cada uno de los objetivos categorizados. Los nexos muestran las declaraciones tras el desarrollo de la actividad (“Pre”) y tras la visualización de sus actuaciones (“Post”) y el nombre de los equipos que han declarado esos objetivos.

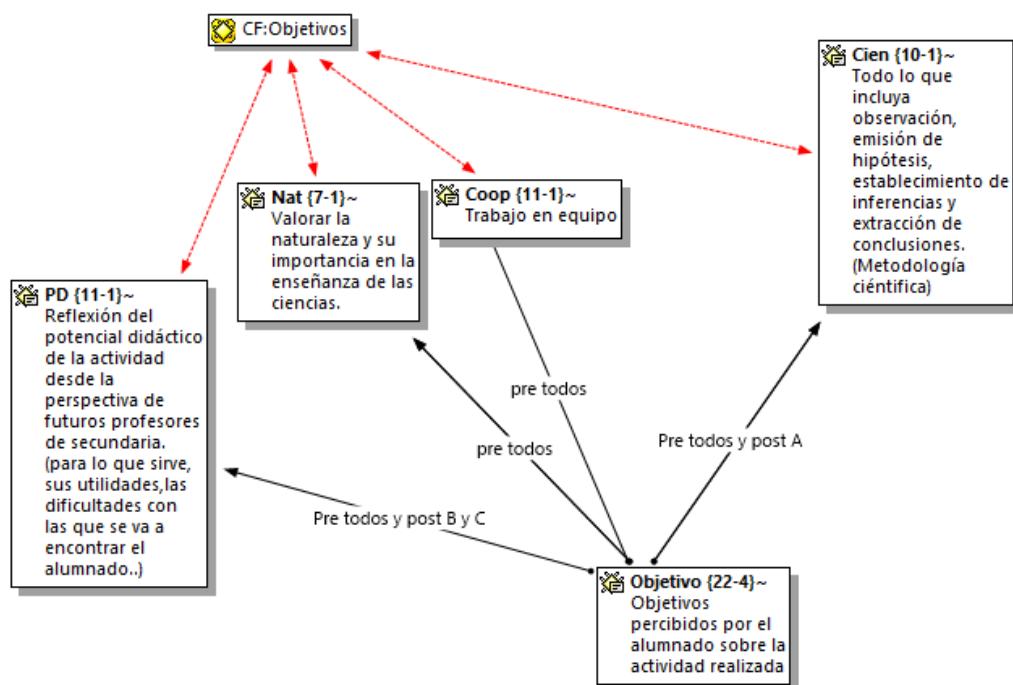


Figura 7. Modificación de las percepciones en torno a los objetivos

Los objetivos “Naturaleza” (Nat) y “Trabajo en equipo” (Coop) considerados como secundarios, son declarados tras la finalización de la identificación de los ejemplares en todos los equipos. Sin embargo, tras la visualización de sus actuaciones, dejan de ser declarados como un objetivo de la actividad.

El equipo A considera antes y después de la visualización de su actuación que utilizar estrategias propias del aprendizaje por indagación es uno de los objetivos de la actividad. Así, el resto de los equipos consideran este objetivo tras la realización de la tarea de identificación de los ejemplares.

Respecto al principal objetivo de la acción planificada en nuestro estudio, es declarado por todos los equipos en la fase inicial. No obstante, el equipo A, no lo declara en la fase final.

Los resultados muestran un proceso reflexivo en el que los profesores de secundaria en formación son capaces de modificar sus percepciones con respecto a los objetivos. Declaran una serie de objetivos y, cuando se les pregunta por el principal, son capaces de detectarlo. No obstante, el equipo A, tras el desarrollo de la actividad, considera como objetivo principal uno considerado como secundario en esta investigación.

b) Evolución de las dificultades declaradas y sus modos de resolución a lo largo de la acción

Conocer la evolución de las percepciones en torno a la dificultades con las que se van encontrado los participantes durante el desarrollo de la actividad constituye una herramienta que nos permite tratar aspectos tales como: la influencia del uso de las grabaciones en sus declaraciones acerca de las dificultades, los modos en los que se resuelven y la evolución de esas percepciones.

En la tabla 17 mostramos una comparativa entre las declaraciones de cada uno de los equipos en cada una de las etapas de la actividad (tras la realización de la actividad y tras la visualización de sus actuaciones) junto con el análisis externo realizado.

Los cuadrantes coloreados representan la existencia de al menos una declaración por parte de algún miembro del equipo (en el caso de los informes individuales) o del equipo. Para facilitar la interpretación hemos identificado cada equipo con un color diferente (Equipo A: rojo; Equipo B: azul; Equipo C: verde). La información de la que no disponíamos se ha coloreado en negro. De este modo podemos ver la evolución en la declaración de los equipos a lo largo del desarrollo de la actividad.

El hecho de que hayan sido capaces de expresar alguna dificultad con la que se han encontrado nos permite afirmar que, en mayor o menor medida, existe una reflexión en y sobre la acción.

Observamos que todos los equipos son capaces de percibir, y consecuentemente declarar, las dificultades conceptuales asociadas a la materia (DCM) con las que se han encontrado a lo largo de la actividad. Hay que destacar que estas percepciones no se ven modificadas tras la visualización de sus actuaciones.

Dificultades	Equipos	Documentos					
		Tras la realización de la actividad		Tras la visualización de las grabaciones		Análisis externo de las grabaciones	
		Individual	Puesta en común	Individual	Puesta en común	Análisis descriptivo	Análisis cruzado
Conceptual asociada a la materia (DCM)	A	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	B	Cyan	Cyan	Black	Cyan	Cyan	Cyan
	C	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Conceptual no asociada a la materia (DNCM)	A						
	B		Cyan	Black		Cyan	
	C	Green	Green	Green		Green	
Procedimental (DP)	A	Red	Red	Red	Red	Red	
	B	Cyan	Cyan	Black	Cyan	Cyan	Cyan
	C					Green	Green
Actitudinal (DA)	A					Cyan	
	B			Black		Red	
	C					Green	Green

Tabla 17. Tabla comparativa entre percepciones ante las dificultades y su evolución

Respecto a las dificultades conceptuales no asociadas a la materia (DNCM), son percibidas en algún momento en los equipos en los que también han sido detectadas mediante el análisis externo. No obstante, existen numerosos factores como las relaciones dentro del grupo y la modificación de percepciones tras la visualización de sus actuaciones, entre otros, que hacen que esas declaraciones no aparezcan en fases posteriores.

Las dificultades procedimentales no se declaran en ningún momento por parte del Equipo C, siendo percibidas por los otros dos equipos a lo largo de la actividad.

Cabe destacar que, a pesar de la existencia de dificultades actitudinales, ninguno de los equipos es capaz de declarar esta situación.

En la tabla 18 mostramos la evolución de las declaraciones de los participantes en relación con los modos de resolución de las dificultades que aparecen.

Dificultades	Equipos	Documentos					
		Tras la realización de la actividad		Tras la visualización de las grabaciones		Análisis externo de las grabaciones	
		Individual	Puesta en común	Individual	Puesta en común	Análisis descriptivo	Análisis cruzado
Comparación (Comp)	A					Red	
	B			Black		Blue	Blue
	C			Green		Green	
Conocimientos previo conceptuales (CPC)	A	Red				Red	
	B	Blue		Black		Blue	
	C	Green				Green	
Conocimientos previos procedimentales (CPP)	A	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	B		Blue	Black	Blue	Blue	Blue
	C	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Debate (Deb)	A		Red	Red	Red	Red	Red
	B	Blue	Blue	Black	Blue	Blue	
	C			Green		Green	Green
Guía (G)	A	Red	Red	Red		Red	Red
	B	Blue	Blue	Black	Blue	Blue	Blue
	C	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Profesor (Prof)	A		Red	Red	Red	Red	
	B	Blue	Blue	Black	Blue	Blue	Blue
	C	Green	Green	Green		Green	

Tabla 17. Tabla comparativa entre percepciones ante los modos de resolución y su evolución

Observamos que los alumnos son capaces de expresar aquellos modos de resolución que se identifican con mayor frecuencia en los videos, como son: el uso de conocimientos previos

conceptuales (CPC), la utilización de una guía (G) , la ayuda por parte del profesor (Prof) y el establecimiento de debates (Deb).

El uso de la comparación (Comp) y de los conocimientos previos conceptuales (CPC), que aparecen en menos ocasiones, son declarados ocasionalmente por algún equipo. Las fluctuaciones en la declaración sobre los modos de resolución a lo largo de los documentos pueden ser debidas a numerosas causas que no podemos contemplar a partir del análisis presentado.

A partir de los resultados obtenidos, podemos decir que los alumnos participantes han reflexionado sobre sus actuaciones durante las distintas fases de la actividad. Asimismo, han sido capaces de resumir los hechos de un modo coherente con lo que observamos a través de las grabaciones de video.

No obstante, cuando se trata de declarar dificultades relacionadas con la dispersión de alguno de los miembros del equipo y la falta de interés en determinados momentos (Dificultades actitudinales), nos encontramos con que en ningún momento manifiestan este hecho.

c) Dificultades y modos de resolución que prevén los profesores en formación en los alumnos de secundaria

Otra cuestión que planteamos a los alumnos estaba relacionada con las dificultades que creían que podían tener los alumnos de secundaria durante el desarrollo de la actividad del mismo modo en el que ellos la habían realizado.

Las respuestas en torno a esta cuestión no se vieron modificadas durante el desarrollo de la actividad, así que no incluimos lo que contestaron antes y después de la visualización del video. A nivel global, las declaraciones de cada equipo son las que se muestran en la figura 8. En ella se relacionan, del mismo modo que en la figura anterior, las declaraciones de cada equipo de trabajo sobre las posibles dificultades que podrían surgir en los alumnos de secundaria y el modo en que las resolverían.

Todos los equipos consideran que los alumnos de secundaria tendrían las mismas dificultades que han tenido ellos, añadiendo que además aparecerán dificultades de tipo actitudinal. Llama la atención esta declaración, ya que en su caso no son capaces de detectar esta dificultad durante su propia actuación.

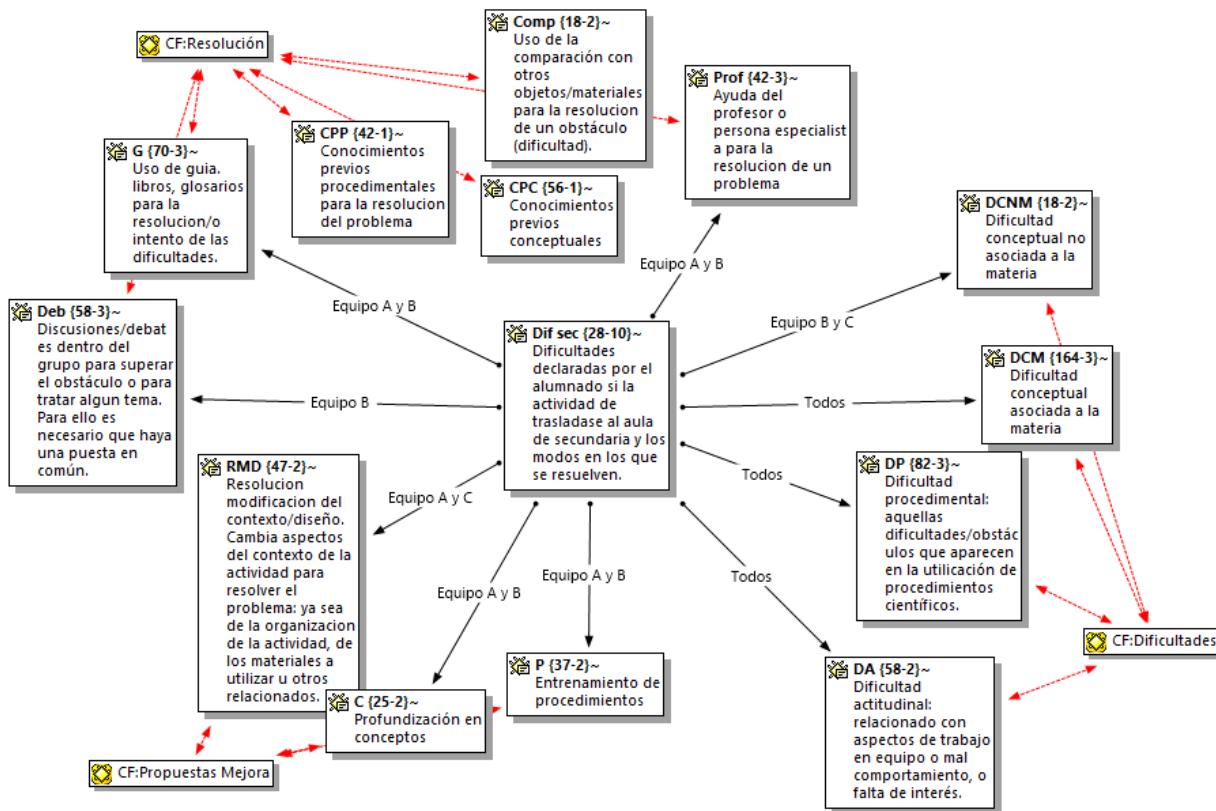


Figura 8. Dificultades y modos de resolución previstos en los alumnos de secundaria

Las dificultades relacionadas con aspectos conceptuales no relacionados con la temática de la actividad (DCNM) son declaradas por los grupos que percibieron en algún momento esa dificultad, ya sea en su propia actuación o bien en la del grupo analizado.

Respecto a la cuestión sobre la forma en que los alumnos de secundaria resolverían las dificultades, nos encontramos con unas declaraciones que nos permiten ver que son pocas las ocasiones en las que los participantes de la acción se ponen en el papel del alumno. Cuando se les plantea cuales son las estrategias que seguiría el alumnado para resolver la dificultad con la que se han encontrado, las opciones que plantean pasan por modificar el diseño de la actividad, explicar conceptos en clase o ensayar procedimientos. Es decir, se ponen en el papel del profesor planteando las posibles propuestas de mejora para la actividad en lugar de indicar lo que podría hacer el alumno si la actividad no cambiase.

Cabe destacar que únicamente el equipo B propone modos de resolución similares a los declarados durante su actuación, poniéndose en algunas ocasiones en una posición cercana a la del alumno de secundaria.

Ante las declaraciones en torno a transposición didáctica al aula de secundaria de la actividad planteada, observamos que los profesores en formación reflexionan sobre las posibles dificultades, intentando ponerse en el papel del alumno. Sin embargo, resulta una tarea más complicada discernir entre los modos de resolución de las dificultades en los alumnos de secundaria y el modo en el que lo harían ellos como profesores. Esta observación, nos confirma que están reflexionando normalmente desde la perspectiva del docente de la enseñanza de las ciencias.

#### d) Evolución de las propuestas de mejora de la actividad

El último indicador del cuestionario entregado a los alumnos se centraba en las posibles propuestas de mejora y su evolución para la actividad propuesta. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 9. La red elaborada, al igual que en las anteriores, muestra la relación existente entre las declaraciones en las dos partes de la actividad (“pre” y “post”).

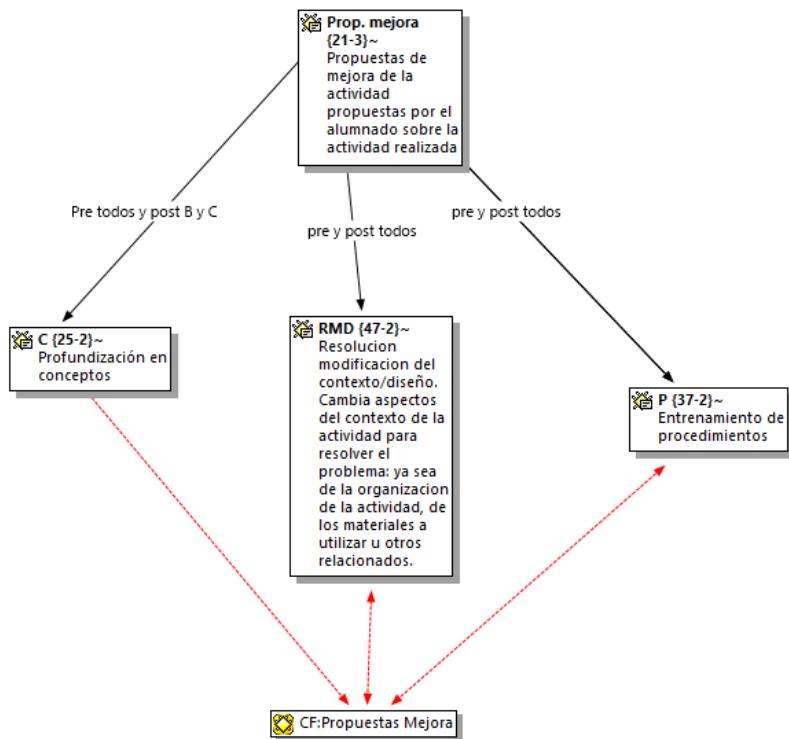


Figura 9. Evolución de las propuestas de mejora declaradas por los participantes.

Las propuestas de mejora que los participantes exponen se centran mayoritariamente en la modificación del diseño o el contexto de la actividad, no apareciendo modificaciones en las 88

declaraciones entre el primer cuestionario y el segundo. No obstante, como ya comentamos en el apartado de análisis cruzados, los profesores en formación indican que consideran necesario modificar determinados aspectos, pero no profundizan en las consecuencias y posibilidades de los mismos.

e) El informe de identificación de los ejemplares

La última parte del informe que tenía que entregar el alumnado participante en la actividad era un apartado que incluyera la identificación de los ejemplares. En él debían incluir los rasgos característicos de los ejemplares analizados - porte, forma, características de las hojas, flores, inflorescencias y frutos - junto con fotos y otras observaciones. Además debían indicar el nombre vulgar y científico de los ejemplares identificados.

Tras la recopilación de todos los informes finales de los equipos de trabajo, ninguno de ellos entregó un apartado específico en el que presentasen los resultados de la identificación de los ejemplares.

Consideramos este hecho significativo, ya que en este caso (y no como los alumnos del estudio piloto) le dan tan poca importancia a la identificación que ni siquiera la destacan en el informe final, aunque el problema aparece resuelto en las propias guías donde recogen la información, que adjuntan al informe final.

A partir de estos resultados y en combinación con las declaraciones en torno a los objetivos la actividad, podemos concluir que el profesorado en formación participante en la actividad no considera la misma como la simple réplica de una práctica que se podría llevar a cabo en secundaria. Es más, cabe destacar que se observa una reflexión didáctica –más o menos profunda- a lo largo de toda la actividad.

## 6.2. Ideas principales extraídas de la interpretación de los resultados

A modo de resumen, en este apartado mostramos las principales ideas extraídas a partir de la interpretación de los resultados mostrados en los apartados anteriores.

Los profesores en formación comienzan su reflexión en el momento en que comienzan a contestar a las cuestiones planteadas. La coherencia existente entre el análisis externo y las respuestas a las preguntas planteadas denota que existe un notable grado de reflexión.

Los alumnos son capaces de detectar las dificultades que se les presentan y los modos en las que las van resolviendo para lograr identificar cada ejemplar seleccionado. No obstante, cuando las dificultades implican factores ajenos a la actividad (relaciones sociales, falta de interés, de motivación) no son declaradas. La ausencia de declaraciones en torno a las dificultades actitudinales no indica que no las hayan percibido.

Los participantes de esta acción intentan ponerse en algunos momentos en el papel del alumnado de secundaria y para ello reflexionan sobre las posibles dificultades que podrían surgir y los modos en las que las resolverían. De esta forma, observamos la dificultad que les supone separar las acciones de resolución de las dificultades llevadas a cabo por el alumnado de las que haría el profesorado. A partir de estos resultados, observamos que la acción hace que nuestros participantes se vayan posicionando como profesores.

Las propuestas de mejora declaradas generan cierta reflexión sobre la actividad. No obstante, la mayoría de las respuestas presentan escasa justificación didáctica.

Los objetivos percibidos a nivel global equivalen a los que nos habíamos propuesto durante el diseño del plan de acción. Así, la ausencia de apartado específico sobre la identificación de ejemplares en el informe final permite comprobar que los profesores en formación detectan como objetivo principal la reflexión didáctica.

Por otra parte, el diseño de la actividad planteada permite observar las actuaciones de los participantes mientras están trabajando en el campo. De este modo, solucionamos la problemática que conlleva trabajar en el campo con actividades basadas en la indagación dirigida en las que hay un alto grado de autonomía. No obstante, las especiales características del grupo objeto de la investigación (número de participantes y formación previa) y los recursos materiales utilizados han facilitado el desarrollo de la misma.

El análisis externo de las grabaciones realizado por los participantes nos permite detectar la implicación en la actividad de cada uno de los equipos, su capacidad de observación y descripción más o menos objetiva. Esta objetividad y neutralidad, como ya hemos comentado, no se observa cuando tienen que declarar aspectos que se alejan de los conceptos y los procedimientos.

Por tanto, a partir de los resultados mostrados podemos concluir que:

- a) Existe una reflexión didáctica (más o menos profunda) por parte del profesorado en formación a partir de la segunda fase de la actividad.

- b) La acción planificada nos permite observar qué es lo que sucede mientras los alumnos trabajan. A partir de estas observaciones podemos obtener mucha información.



## 7. Discusión

Tras la aplicación de nuestro plan de acción y a partir de diversas herramientas de análisis, obtenemos una serie de resultados entrelazados que nos permiten contestar a las preguntas planteadas para analizar nuestra acción. De este modo, a través de los resultados obtenidos evaluamos nuestro plan y reflexionamos sobre él con objeto de alcanzar una mejora ante la situación problemática con la que nos encontramos.

### 7.1. Reflexiones finales

A partir de los resultados obtenidos detectamos cuáles de los objetivos planteados hemos alcanzado, qué aspectos interesantes han emergido y qué reflexiones surgen sobre posibles propuestas para futuras acciones.

La estrategia didáctica presentada en esta investigación, diseñada para fomentar la reflexión didáctica de los profesores de biología y geología en formación, nos ha permitido observar todos los sucesos acaecidos durante el desarrollo de la acción. De este modo, hemos podido analizar las dificultades con las que se encontraban los participantes durante la identificación de los ejemplares cuando trabajaban en el campo de forma autónoma.

El modo en el que se realizaron las grabaciones de video nos ha permitido visualizar las acciones de los tres equipos de trabajo. No obstante, desconocemos si ha podido haber algún tipo de influencia en cuanto al modo de actuar de cada grupo en función de la persona que grababa la acción. Este es un aspecto que no hemos podido considerar a partir de los instrumentos elaborados y el análisis desarrollado. Por ello, y de cara a futuras investigaciones, deberíamos proponer una estrategia mejorada que nos permitiese observar si existen diferencias y cuáles son los factores que influyen en las mismas.

Respecto al fomento de la reflexión didáctica de los profesores en formación, se observa que sí existe una reflexión didáctica en torno a la actividad propuesta. Los profesores en formación son capaces de separar momentos, centrándose en la primera fase en la identificación de los ejemplares y reflexionando sobre la acción cuando contestan a los cuestionarios planteados.

Durante la fase de la identificación de los ejemplares, los alumnos participantes se centran en la recogida de datos, la descripción y la identificación. Sin embargo, no se muestra en las grabaciones ningún momento en el cual se planteen las posibles dificultades que podría tener el alumnado de secundaria. Es tras la segunda parte de nuestra acción, a través de las cuestiones

planteadas, cuando los participantes comienzan su reflexión. Por tanto, en el profesorado en formación, la reflexión se genera sobre la acción realizada y no en la acción. Consideramos que es importante que los profesores en formación reflexionen en y sobre la acción, por lo que ese debería ser uno de los aspectos a mejorar en un futuro.

Otro aspecto relevante relacionado con la reflexión didáctica de nuestros alumnos es el grado en el que profundizan a nivel de justificación didáctica. Consideramos justificable la escasa profundización cuando se trata de proponer mejoras, ya que este aspecto se trabaja de forma transversal a lo largo del desarrollo de máster que cursan. Además, en este caso, nos estamos centrándole en una actividad que se desarrolla a comienzos de la fase de formación específica en didáctica de las ciencias experimentales. No obstante, sería interesante proponer una modificación en el próximo plan de acción para intentar fomentar una reflexión más profunda.

Como último aspecto a destacar en torno a nuestra acción, creemos que reflexionar sobre nuestra propia actuación durante la acción debe ser un aspecto fundamental de la investigación. La estructura del plan, ligada al objetivo principal del mismo, hace que aparezcan una serie de reflexiones didácticas tanto por parte de los participantes como por parte de los investigadores. Se trata por tanto, de una reflexión sobre las reflexiones.

En la figura 10 mostramos un esquema sobre el tipo de reflexiones que han ido surgiendo a lo largo del plan de acción desarrollado.

De esta forma, aparecen una serie de “cajas” que incluyen cada una de las fases con las que nos encontramos a lo largo de nuestra investigación desde el momento en que comienza la acción. No obstante, no aparecen en este esquema una serie de reflexiones previas que surgen del diagnóstico de la situación a partir del estudio piloto.

Delimitamos cada una de las fases del proceso desde la acción: identificación de ejemplares en el campus; cumplimentación de los cuestionarios por parte de los profesores en formación realizando un autoanálisis de la situación y análisis cruzados de las actuaciones de sus compañeros; análisis de la acción realizada en nuestra investigación; e interpretación de los resultados y extracción de conclusiones a partir de los mismos. De este modo, nos encontramos un proceso reflexivo enmarcado en cada uno de estos límites:

- Tras la realización de la identificación de ejemplares, aparece nuestro primer proceso de reflexión como diseñadores y participes de la acción. Se trataría de una reflexión en la acción. Debido a la dispersión de los alumnos durante el desarrollo de la actividad, no podemos conocer todo el proceso en su totalidad. No obstante, el profesor (uno de mis tutores) está presente como guía en el aprendizaje de los profesores en formación, tanto de los participantes activos como de los cámaras.
- Tras la realización del análisis por parte del profesorado en formación, éste desarrolla una reflexión sobre la acción realizada (su actuación durante la identificación de los ejemplares). Mientras tanto, nosotros seguimos reflexionando en la acción. Así, el profesor (la investigadora externa y uno de los tutores) se encarga de aclarar las dudas de los profesores en formación durante la realización de los análisis didácticos. Esto nos hace reflexionar sobre las posibles mejoras que puede presentar nuestra futura acción.
- Durante el proceso de análisis de datos, recogida de información y posterior interpretación de los resultados obtenidos, evaluamos el plan de acción llevado a cabo. De este modo reflexionamos sobre la acción.

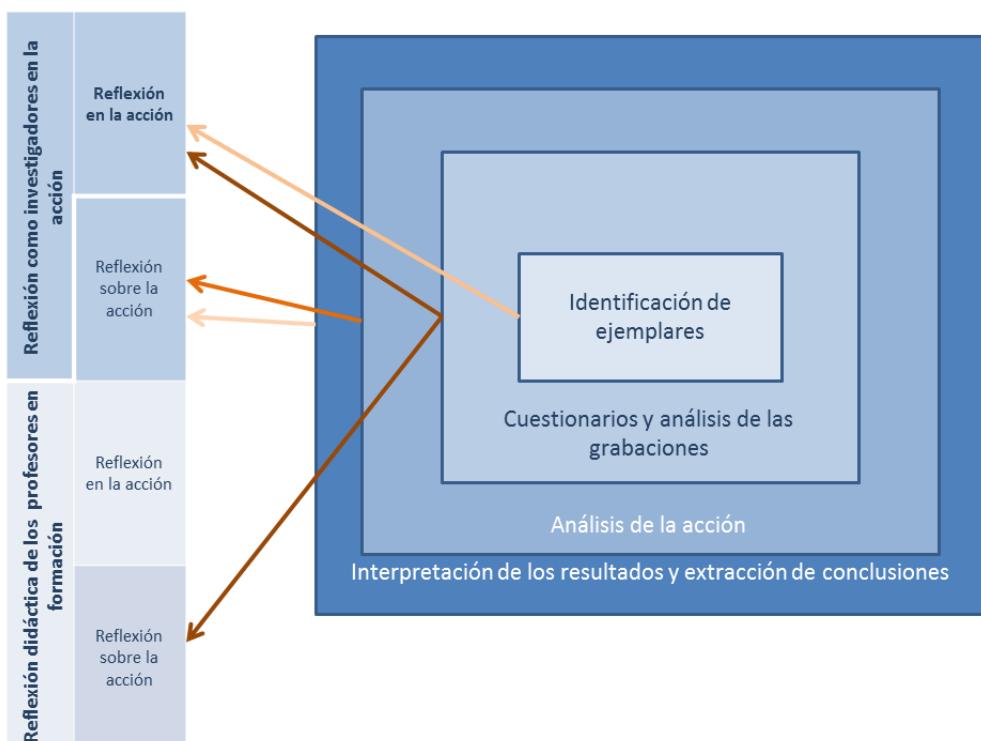


Figura 10. Reflexiones durante el desarrollo del plan de acción

En resumen, a través del plan de acción elaborado e implementado hemos conseguido una reflexión en los alumnos participantes. Asimismo, el desarrollo de herramientas didácticas y a la

vez de registro de la información sobre nuestro objeto de estudio, nos ha permitido involucrar a todo el alumnado participante en la acción.

Por otra parte, como investigadores en la acción, hemos descrito la situación, la hemos evaluado y hemos reflexionado a lo largo de cada una de las etapas de las que se componía.

## 7.2. Teorización

Como toda investigación-acción, a partir de la reflexión hemos elaborado una teoría viva (Whitehead, 1989). Es decir, generamos conocimiento a partir de la práctica.

Las principales conclusiones que podemos extraer fruto de este proceso reflexivo son las que se muestran a continuación:

- La utilización de las grabaciones como herramienta didáctica es una buena estrategia que nos permite conocer qué sucede en ambientes de trabajo dispersos en los que el alumnado trabaja con un alto grado de autonomía. Además, favorece la implicación del profesorado en formación en la actividad.
- Realizar preguntas orientadas relacionadas con una actividad transponible al aula, favorece la reflexión sobre la acción del profesorado en formación. No obstante, el simple hecho de emplear estos cuestionarios no asegura que se alcance una determinada profundidad en la reflexión.
- El análisis de las dificultades y los modos de resolución con los que se encuentra el alumnado durante la realización de una actividad práctica, nos permite conocer determinados aspectos relacionados con las estrategias de aprendizaje.

## 7.3. Propuestas para futuros planes de acción

Nuestra reflexión en y sobre la acción nos ha hecho plantearnos posibles modificaciones en el plan de acción. Así, los aspectos a considerar para la elaboración de futuros planes de acción sobre esta temática se centran en:

- Fomentar una reflexión en la acción de los profesores en formación. Con el plan de acción elaborado conseguimos generar cierto grado de reflexión sobre el desarrollo de la actividad. No obstante, durante la tarea de identificación de ejemplares, no reflexionan desde la perspectiva de futuros docentes sobre las implicaciones de la actividad.

- Elaborar estrategias que favorezcan una mayor profundización en la reflexión. Con el plan de acción diseñado muchas de las reflexiones que conseguimos son superficiales, especialmente en todo aquello relacionado con la transposición al aula de secundaria.
- Establecer un diseño que nos permita analizar las repercusiones que tendría la realización de todas las grabaciones por parte de los alumnos.



## Referencias

- Anderson, R.D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry? *Journal of science Teacher Education*, 13 (1), 1-2.
- Angulo Delgado, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria basada en la metacognición*. (Tesis inédita de Doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Baker, L. (1991). Metacognition, Reading and science education. En C.M. Santa y D. Alvermann (Eds.), *Science learning: processes and applications*. (pp.297-313).Newsdale, Delaware: International Reading Association.
- Baker, S., Slinsby, D., Tilling, S. (2002). Teaching biology outside the classroom. Is it heading for extinction? Informe de British Ecological Society.
- Ballenilla, F. (1999). *Enseñar Investigando: ¿Cómo formar profesores desde la práctica?* Sevilla: Díada Editora.
- Banet, E (2010). Finalidades de la educación científica en educación secundaria: aportaciones de la investigación educativa y opinión de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (2), 199-214.
- Barberá (2002). El área de Didáctica de las Ciencias Experimentales: ¿apuesta de futuro o error del pasado? *Revista de Educación*, 328, 97-109.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.
- Bernal Agudo, J.L. (2006). Diseño curricular en la enseñanza universitaria desde la perspectiva de los ECTS. Zaragoza: ICE Universidad de Zaragoza.
- Bhattacharyya, S., Volk, T. y Lumpe, A. (2009). The Influence of an Extensive Inquiry-Based Field Experience on Pre-Service Elementary Student Teachers' Science Teaching Beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 199-218.
- Brody, M. (2005) Learning in nature, *Environmental Education Research*, 11(5), 603-621.
- Brusi, D. (1992). *Reflexiones en torno a la didáctica de las salidas de campo en Geología (II): aspectos didácticos*. Comunicación presentada en el VII Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Geología, Santiago de Compostela, 391-407.

- Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Aula de Innovación Educativa*. [Versión electrónica]. Revista Aula de Innovación Educativa, 9. Recuperado de <http://www.grao.com/revistas/aula/009-el-trabajo-en-grupo--el-reflejo-de-la-practica-en-la-elaboracion-de-los-proyectos/los-trabajos-practicos-en-ciencias-experimentales>.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M.P. Jiménez Aleixandre (Coord.). *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Graó.
- Calatayud, M., Gil, D. y Gimeno, J. (1992). Cuestionando el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario: ¿Las deficiencias en la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes? *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 14, 71-81.
- Campanario, J. M. (1998). Preguntas y respuestas sobre la evaluación de los alumnos en la enseñanza de las ciencias. *Tarbiya*, 19, 69-84.
- Campanario, J.M. y Moya, A. (1999). Modelos de Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Campanario, J.M. y Otero, J.C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Cañal, P. (2000). El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en Primaria. *Alambique*, 24, 46-56.
- Cañal, P (2007). La investigación escolar hoy. *Alambique*, 52, 9-19.
- Cañal, P., Criado, A.M., Ruiz, N.J. y Herzel, C. (2008). Obstáculos y dificultades de los maestros en formación inicial en el diseño de unidades didácticas de enfoque investigador: el inventario general de obstáculos. En M. R. Jiménez Liso (Ed.). *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 344-353). Almería: Ed. Univ. Almería.
- Carr, W. y Kemmis, S. (1988). Teoría crítica de la enseñanza. La investigación acción en la formación del profesorado. Barcelona: Martínez Roca.
- Carrasquer, J., Álvarez, M.V., Lafuente, A. y Pérez, I. (1987). *Nuestros amigos los árboles y arbustos*. Teruel: Excmo (1<sup>a</sup> Edición). Ayuntamiento de Teruel.

- Carrasquer, J., Álvarez, M.V., Lafuente, A. y Pérez, I. (2001). *Nuestros amigos los árboles y arbustos* (2<sup>a</sup> Edición). Teruel: Excmo. Ayuntamiento de Teruel.
- Compiani, M y DalRé, C. (1993). Os papeis didácticos das excusoes geológicas. *Enseñanza de las ciencias de la Tierra*, 1 (2), 90-98.
- Cortés Gracia, A.L., De la Gándara, M., Calvo Hernández, J.M., Martínez Peña. M.B., Gil Quílez, J. y Dies Álvarez, M.E. (2011). Evolución del autoaprendizaje durante secuencias de actividades prácticas de ciencias en contextos de indagación durante la formación de maestros. En J. Paricio Royo, A.I. Allueva Pinilla, M.C. Agustín Lacruz y F. Cruz Bello (eds.), *Experiencias de innovación e investigación educativa en el nuevo contexto universitario* (pp. 87-97). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Cortés, A.L. y De la Gándara, M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 435-450.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En F. J. Perales Palacios y P. Cañal de León, (Dir.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp. 269-306). Alcoy: Marfil.
- Del Carmen, L. y Pedrinaci, E. (1997). El uso del entorno y del trabajo de campo. En L. del Carmen (coord.). *La enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en educación secundaria* (pp. 133-154). Cuadernos de Formación del Profesorado, 9. Barcelona: ICE, Universitat de Barcelona – Horsori.
- Delors, J. (1996.): Los cuatro pilares de la educación. En J. Delors (Coord.).*La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI*. (pp.91- 103). Madrid: Santillana/UNESCO.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: MEC-Morata.
- Durand, M. (2008).Un programme de recherche technologique en formation des adultes. Une approche enactive de l'activité humaine et l'accompagnement de son apprentissage/développement. *Education et didactique*, 2(3), 97-121.
- Elliot, J. (1990). *La investigación- acción en educación*. Madrid: Morata.
- Elliot, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación acción*. Madrid: Morata.

- Fernández, I., Gil, D., Carracosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 477-488.
- Flavell, J.H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. En Resnick, L.B. (Ed.). *The nature of intelligence* (pp. 231-313). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Flick, L.B. y Lederman, N.G. (2006). *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht (TheNetherlands): KluwerAcademic.
- Frost, J. (2010). Learning science through practical work. En Frost, J. (Ed.). *Learning science in the secondary school* (pp. 190-204). Nueva York: Taylor &Francis.
- García, P. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 205 Biblio 3W. Universidad de Barcelona. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-207.htm>
- Garritz, A., Labastida, D.V., Espinosa, S. (2009). El conocimiento didáctico del contenido. Un instrumento de captura. *X Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Recuperado de [http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area\\_tematica\\_05/ponencias/0411-F.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_05/ponencias/0411-F.pdf)
- Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 26-33.
- Gil, D. y Carrascosa, J. (1990). What to do about science misconceptions? *Science Education*, 74, 531-540.
- Giordan, A. y Vecchi, G. (1987). *Les origenes du savoir*. Delachaux- Niestlé. Neuchâtel (trad. Martínez, A. Los orígenes del saber, 1988, Sevilla: Diada.).
- Guzmán, R., Cabrera, L., Yanes, J. y Castro, J. (2008). Análisis de la investigación cualitativa en educación desarrollada en el estado español. *Revista Curriculum*, 21, 157-184.
- Hoces, R., Sampedro, C. (1998). Las ciencias fuera del aula: consideraciones generales. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18, 53-62.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 229-313.
- Jaén, M. y García- Estañi. (1997). Una revisión sobre la utilización del trabajo práctico en la enseñanza de la geología. Propuestas de Cambio. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5 (2), 107-116.

- Jiménez Aleixandre, M.P. (2000). Modelos didácticos. En F.J. Perales, P. Cañal (Coords.). *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 165-186). Alcoy: Marfil.
- Johnsua, S. y Dupin, J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Jorba, J., Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua: Propuestas didácticas para las áreas de las ciencias naturales y matemáticas*. Barcelona: Ministerio de educación y cultura.
- Joyce, B y Weil, M. (1985). *Modelos de enseñanza*. Madrid: Anaya
- Lafortune, L., Mongeau, P. y Pallascio, R. (1998). *Métacognition et compétences réflexives*. Montréal: Ed. Logiques.
- Latorre, M. (1992). *Reflexión en la formación del profesor*. (Tesis inédita de Doctorado). Universidad de Barcelona.
- Latorre, A. (2003). *La investigación- acción en educación. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Grao.
- Lederman, N.G. y Gess-Newsome, J. (1991). Metamorphosis, adaptation, or evolution? Preservice science teachers' concerns and perceptions of teaching and planning. *Science education*, 75 (4), 443-456.
- Lewin, H. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2, 34-46.
- López García (2009). *Los laboratorios virtuales aplicados a la biología en la enseñanza de secundaria. Una evaluación basada en el modelo "CIPP"*. (Tesis inédita de Doctorado). Universidad Complutense de Madrid.
- Mellado, V., Blanco, L., Ruiz Macías, C. (2009). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado. Estudio de caso sobre la enseñanza de la energía*. Colección proyectos de Innovación Docente: ICE- Universidad de Extremadura.
- Miguens, M. y Garrett, R.M., (1991). Prácticas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 229-236.
- MEC, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte , (2011). La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación. Recuperado de <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>

Morello, J.G., Rodrigo, M, Centeno, J.D. y Compiani, M. (1998). Caracterización de las prácticas de campo: justificación y primeros resultados de una encuesta al profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6 (3), 242-250.

National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (NRC), (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: Academic Press.

National Research Council (NRC) (2002). *Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.

National Research Council (NRC) (2006). *America's lab report: Investigations in high school science*. Washington, DC: National Academy Press.

Newman, W.J.Jr., Abell, S.K., Hubbard, P.D., McDonald, J., Otaala, J. y Martini, M. (2004). Dilemmas of Teaching Inquiry in Elementary Science Methods. *Journal of Science Teacher Education*, 15(4), pp. 257-279.

Novak, J.D. y Gowin, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

OCDE, Organisation for Economic Co-operation and Development (2000). "PISA. La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. La evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el Proyecto PISA 2000". Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, INCE.

OCDE, Organisation for Economic Co-operation and Development, (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD Publishing.

OCDE, Organisation for Economic Co-operation and Development (2006). *PISA 2006. Science competencies for tomorrow's world*. Paris: OECD Publishing.

OCDE, Organisation for Economic Co-operation and Development, (2010). *PISA 2009 Assessment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. Paris: OECD Publishing.

Osborne, J, y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. London: The Nuffield Foundation.

Pedrinaci, E., Sequeiros, L., García de la Torre, E. (1994). El trabajo de campo y el aprendizaje de la Geología. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2, 37-46.

- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 81-89.
- Perales, F.J., (1994). Los trabajos prácticos y la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 122-125.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Morata.
- Proyecto La Main à la Pâte. Disponible en Internet en <[www.inrp.fr/lamap](http://www.inrp.fr/lamap)> y <[www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap)> (en castellano).
- Proyecto Pollen: Disponible en <http://www.pollen-europa.net/> ?page=1> y <http://www.paueducation.com>
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- Richoux, H., Tiberguien, A., Saint Georges, M. (2012). ¿Cómo aprenden los profesores a partir de video de alumnos? *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (1), 35-48.
- Roberts, D. A. y Chastko, J.D. (1993). Absortion, reflaction, reflection: An exploration of beginning science teacher thinking. *Science Education*, 74 (2), 197-224.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D. Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.
- Rodrigo, M., Morcillo, J.G., Borges, R., Calvo, M.A., Cordiro, N., García, F., Raviolo, A. (1999) Concepciones sobre el Trabajo Práctico de campo (TPc): una aproximación al pensamiento de los futuros profesores. *Revista Complutense de Educación*, 10(2), 261-285. (2), 261-285.
- Sáez Bondía, M.J. y Cortés Gracia, A.L. (2012). Dificultades en la construcción del conocimiento científico detectadas analizando grabaciones de una actividad con maestros en formación. En J.M. Domínguez Castiñeiras (ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*(pp. 601-608), Santiago de Compostela: USC/APICE.
- Sáez Bondía, M.J. y Cortés Gracia, A.L. (2013). Estudio de la evolución del autoaprendizaje en una actividad de campo y laboratorio a través de grabaciones en video. *Enseñanza de las*

*Ciencias*, Extra IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias 2013, 3132-3137.

Sandín, M.P. (2003). *Investigación cualitativa en Educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill.

Santagana, R. (2009). Designing Vídeo-Based Professional Development for Mathematics Teachers in Low-Performing Schools. *Journal of Teacher Education*, 60(1), pp. 38-51.

Schwartz, D. L. y Hartman, K. (2007). It is not television anymore: Designing digital video for learning and assessment. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 335-348). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Séré, M.G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 357-368.

Sherin, M. y Sherin, L. (2007). Research on how people learn with and from video. En J. Derry (Ed.). *Guidelines for video research in education*. Chicago: Data Research and Development Center.

Shön, D.A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje de las profesiones*. Barcelona: Paidos/MEC.

Silcock, P. (1994). The Process of Reflective Teaching. *British Journal of Educational Studies*, 42 (3), 273-285.

Solís, C., Porlán, R. y Rivero, A. (2012). ¿Cómo representamos los conocimientos curriculares de los profesores de ciencias y su evolución? *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (3), 9-30.

Solís, E. y Porlán, R. (2003). Las concepciones del profesorado de Ciencias de Secundaria en Formación Inicial ¿Obstáculo o punto de partida? *Investigación en la Escuela*, 49, 5-22.

Spiro, R., Feltovich, P., Jacobson, M. y Coulson, R. (1991). Cognitive Flexibility, Constructivism and Hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology* 31(5), 24-33.

Suarez Pazos, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación- acción colaboradora en la educación. *Revistaelectrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1). Recuperado de <http://disde.minedu.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/1835/Algunas%20reflexion>

es%20sobre%20la%20investigacion-  
accion%20colaboradora%20de%20la%20educacion.pdf?sequence=.

The inquiry page project. Disponible en: <<http://inquiry.uiuc.edu>>

Tilling, S. (2010). Fielwork in UK secondary schools: influences and provision. *Journal of Biological Education*, 38 (2), 54-58.

Vilaseca, A. y Bach, J. (1993). ¿Podemos evaluar el trabajo de campo? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1(3), 158-167.

Wellington, J. (ed.) (1998) *Practical work in school science: which way now?* London: Routledge.

Whitehead, J. (1989). How do we improve research based professionalism in Education. A cuestión which includes action research, educational theory and the politics of educational knowledge. *British Educational Research Journal*, 15(1), 3-17.

Woolnough, B. E. y Allsop, T., (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Zeichner, K. (1993). El maestro como profesional reflexivo. *Cuadernos de Pedagogía*, 220, 44-45.

