

# Una experiencia de aprendizaje sobre los movimientos relativos del sistema "Sol/Tierra/Luna" en el contexto de la formación inicial de maestros

Antonio Navarrete Salvador

Departamento de Didáctica. Facultad de Ciencias de la Educación (\*)

Universidad de Cádiz



## RESUMEN

En este artículo se describe un diseño de la disciplina "Didáctica de las CC. de la Naturaleza" para la formación inicial de maestros, de la especialidad de Educación Primaria, que tiene como núcleo central una experiencia de aprendizaje en torno a los movimientos relativos del sistema "sol/tierra/luna", basada en presupuestos constructivistas. Después de plantear en la primera fase de la asignatura los problemas básicos de la enseñanza de las ciencias en este nivel, se realiza la "experiencia" y después se retoman los problemas y se abordan las posibles soluciones tomando como referente el análisis de la "experiencia" realizada. Se describe fundamentalmente el proceso metodológico de la "experiencia" y los recursos para su análisis.

## Introducción

Como formadores de profesores, nos situamos en el marco teórico del Proyecto Curricular *Investigación y Renovación Escolar* (IRES) (Grupo Investigación en la Escuela, 1991).

Desde dicho proyecto se pretende la transformación progresiva de la escuela a través del desarrollo personal y grupal de alumnos y profesores en torno al modelo Didáctico de Investigación en la Escuela. La investigación, tanto en alumnos como en profesores, se concibe como un principio didáctico bajo tres perspectivas complementarias e integradoras: la *constructi-*

*vista*, la *sistémica y compleja* y la *crítica* (Porlán y otros, 1996).

Estas tres perspectivas de forma integrada, actúan como referente teórico desde el que se articulan los diferentes elementos curriculares que conforman la disciplina, como se podrá apreciar en lo que sigue, y sirven de base en la toma de decisiones y regularización del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Nuestro trabajo se desarrolla desde la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza en el ámbito de la formación inicial de profesores de Primaria, en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz.

(\*) Dpto. de Didáctica, Facultad de Ciencias de la Educación.

Polígono Río S. Pedro s/n, 11.519. Puerto Real (Cádiz).

Tlfo.: 956/ 83 42 00.



La especialidad de Primaria forma parte de los nuevos planes de estudios de la Diplomatura de Maestro, generados y puestos en marcha a exigencia y en consonancia con la implantación de la LOGSE en los primeros niveles del sistema educativo. En la Facultad de Ciencias de la Educación de Cádiz comenzaron en el curso 93/94, y en el 95/96, accedieron por primera vez al tercer curso donde se imparte nuestra asignatura. A diferencia de la antigua especialidad de Ciencias, perteneciente a los extintos planes de estudios de la diplomatura de "Profesor de EGB.", los futuros profesores de Primaria no reciben una formación específica en ciencias, ya que están concebidos como profesores generalistas, que en su ejercicio profesional, deberán de abarcar las áreas de Educación Artística, Lengua Castellana y Literatura, Matemáticas y Conocimiento del Medio. Las materias que configuran su currículum por tanto atienden a todos estos campos del conocimiento y tan sólo cursan una asignatura obligatoria de 4 créditos, "Fundamentos de la Materia", sobre contenidos específicos de las Ciencias de la Naturaleza, en 1º curso. Así mismo, su formación previa al ingreso en la universidad es diversa según las especialidades de Bachillerato o Formación Profesional que hayan cursado (Navarrete y Azcárate, 1997). Estas circunstancias han tenido que ser tomadas en cuenta en el diseño y desarrollo curricular de nuestra disciplina en los tres últimos años de su impartición.

Así, la asignatura "Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza" (8 créditos), en esta especialidad, comprende el estudio de los problemas derivados de la enseñanza-aprendizaje, en el nivel 6-12 años, del ámbito de conocimiento ligado con las cuatro disciplinas denominadas clásicamente como científicas: Biología, Geología, Física y Química. En los diseños curriculares del nivel de Educación Primaria, estos conocimientos se engloban dentro

del área de "Conocimiento del Medio" donde se entronca lo natural, lo social y cultural. Ello alienta aún más, si es que aún no estuviéramos suficientemente convencidos, a proyectarnos hacia un tratamiento de las ciencias más interdisciplinar que conecte con lo social, lo tecnológico, lo cultural, y que propicie que los futuros profesores, en estos niveles básicos, más que hacer una enseñanza de las ciencias en sentido estricto, desde ellas, contribuyan a la formación general de los futuros ciudadanos (Aliberas et al., 1989; Porlán, 1998).

### Diseño de la asignatura

La forma en que se estructura la disciplina, como a continuación veremos, permite abarcar de forma integrada las tres líneas fundamentales de investigación presentes en el campo de la Didáctica de las Ciencias desde los años 80 en adelante (Astolfi y Develay, 1989). Una primera línea más centrada en las *concepciones de los alumnos*, su significado, génesis, características, relación con los procesos de aprendizaje, evolución, tratamiento, etc.; otra segunda, *epistemológica*, que trata de revisar las diferentes formas de estructurar el conocimiento, los métodos, los obstáculos, etc., en torno a ciertos contenidos científicos a lo largo de su evolución histórica, para obtener referentes que ayuden en la toma de decisiones sobre el "qué" y el "como" enseñar; y una tercera, *didáctica*, de carácter general donde se abordan los aspectos relacionados con la planificación y desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula.

A grandes rasgos la secuencia lineal de la asignatura se organiza en torno a cuatro fases, todas ellas íntimamente relacionadas (Fig.1).

Pasaremos a continuación a presentarlas someramente para después centrarnos en una descripción más detallada de la 2ª

y de la función que juega respecto a las demás, verdadero objeto de este artículo.

El problema general que preside todo el desarrollo de la disciplina es: ¿"qué" enseñar de ciencias, "cómo" hacerlo y "qué y cómo evaluar", en el nivel de Primaria?

a) En la 1ª fase, al objeto de conectar con dicha problemática, se aborda un estudio diagnóstico sobre la enseñanza habitual de las ciencias, donde se pretende evocar las experiencias que a lo largo de su formación académica han tenido como discentes nuestros alumnos, así como sus concepciones globales al respecto. Como recurso para el contraste se utilizan una serie de documentos (primer bloque) acompañados de un guión de análisis/reflexión para el trabajo individual. La discusión y elaboración posterior en clase permiten el enunciado de los *síntomas* detectados (en el enfermo sometido a estudio), de las *posibles causas* a las que se les atribuyen, y de las *hipótesis de solución* que se antojan como más viables. Tanto las *posibles causas* como las *hipótesis de solución* son un conjunto de aportaciones que deberán ser sometidas a revisión a lo largo del curso, es decir, actúan como hipótesis de trabajo. A lo largo de este proceso, a la vez, se van formulando los problemas en torno a las tres líneas ya comentadas: *cuestiones didácticas*, *cuestiones epistemológicas* y las relacionadas con las características y el papel que juegan en el aprendizaje las *concepciones de los alumnos*. En estos problemas se recogen de forma más precisa: las cuestiones básicas en torno a las cuales hay mayores expectativas, los puntos conflictivos donde es mayor la discrepancia, aquello sobre lo que hay mayor desconocimiento, etc. Para poder enunciar los primeros problemas epistemológicos se utiliza además un cuestionario de exploración de concepciones donde se les interpela sobre la validez del conocimiento científico, sus métodos, su evolución, etc. Durante toda esta primera parte del proceso van ha-

ciéndose explícitas las concepciones de nuestros alumnos (futuros profesores).

b) Esta 2ª fase supone un cambio brusco respecto al trabajo realizado hasta el momento, un hiato en la marcha de la asignatura en el que se les propone a los futuros profesores que se conviertan en protagonistas de un proceso de enseñanza-aprendizaje "alternativo", en el que el objeto de estudio será el tópico *-movimientos relativos del sistema Sol/Tierra/Luna-* (como podría haber sido cualquier otro). Se les explica que la finalidad de tal experiencia es que tengan la vivencia de otra forma de aprendizaje y que de ella, una vez concluida, se pretende obtener información para progresar en la resolución o reformulación de los problemas hasta ahora enunciados. Se les comunica que para tal fin, la "experiencia", deberá ser reconstruida y sometida a un proceso de análisis. Dicho análisis se articula en base a las tres mismas líneas de cuestionamiento sobre las que se organizaron los problemas formulados; se les facilita para tal fin un guión orientativo. Tendremos oportunidad en próximos apartados de desarrollar con más detalle estos aspectos.

c) A partir de los análisis de la "experiencia", abordando de una en una las tres líneas de trabajo, y contrastando con nueva información (2º bloque de documentos, lecturas complementarias, visionado de vídeos, etc.), se retoman los problemas formulados en la 1ª fase, se van aportando soluciones y sucesivas reformulaciones a los mismos, hasta llegar a una serie de conclusiones al problema global, que se contrastan con las poco elaboradas *hipótesis de solución* iniciales. Las conclusiones que se obtienen en ésta 3ª fase actúan como nuevas hipótesis para afrontar y orientar el trabajo en aula con alumnos de Primaria desde este ámbito de conocimiento.

d) En la 4ª fase, después de analizar el contexto normativo de aplicación "Diseños Curriculares de la Junta de Andalucía", la estructura y organización del área

**Problema global: ¿Qué enseñar de Ciencias, cómo hacerlo y qué y cómo evaluar, en el nivel 6-12?**

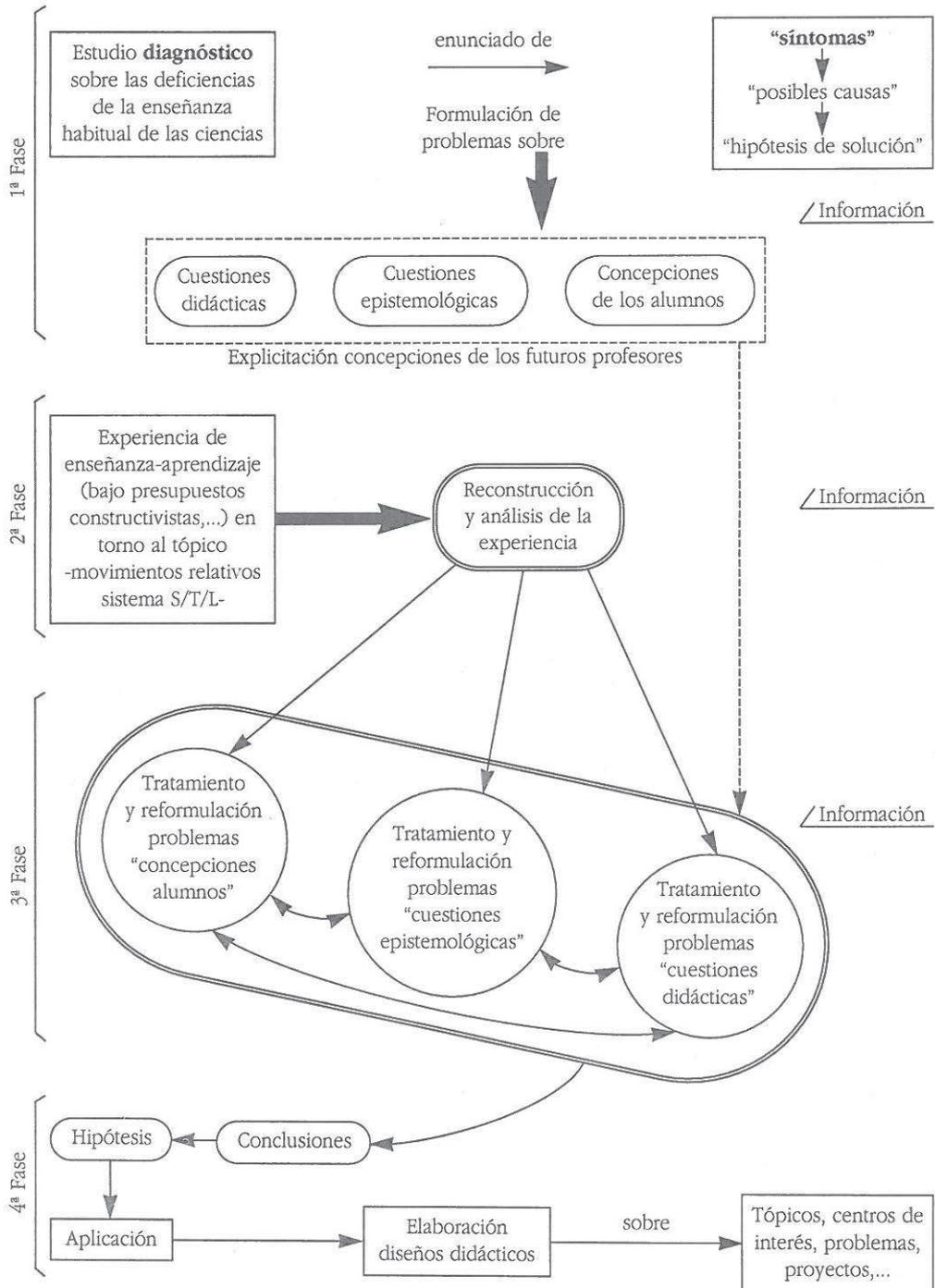


Figura 1: Esquema general de trabajo.

-"Conocimiento del Medio"-, su relación con las demás áreas, el sentido de las -materias transversales-, etc., se proyectan las conclusiones teóricas de las fases anteriores, a modo de hipótesis, a la elaboración de diseños didácticos. Se realizan diferentes diseños de unidades para los diferentes ciclos de Primaria, en torno a supuestos: problemas, centros de interés, tópicos, proyectos de trabajo, etc., procurando adecuarlos a las diferentes situaciones contextuales ficticias que se determinan para cada uno de ellos.

### **El porqué de la experiencia de enseñanza-aprendizaje diseñada desde presupuestos constructivistas**

Somos conscientes de que nuestros alumnos a lo largo de su formación rara vez han tenido una experiencia directa en procesos educativos que estuvieran claramente enfocados desde presupuestos constructivistas. Sin embargo, sí que han sido bombardeados una y otra vez, desde que comenzaron su formación como futuros maestros, con los fundamentos teóricos que soportan una visión de este tipo, e incluso se les ha "adoctrinado" sobre las excelencias del mismo, que en última instancia para ellos se traducen en una serie de "prescripciones" referidas a: estrategias metodológicas, la organización de la clase y los procesos de evaluación. Por el contrario, su experiencia educativa desde los primeros niveles de escolarización ha estado ligada un modelo de enseñanza transmisivo, mantenido de forma sostenida a lo largo de casi 15 ó más años, al que forzosamente se tuvieron que adaptar. Como consecuencia han desarrollado culturalmente concepciones globales muy arraigadas sobre el papel de la escuela, el rol del profesor, de los alumnos, los métodos de enseñanza, etc. De ahí que, aunque explí-

citamente, después de un somero análisis sobre sus experiencias en dicho modelo, son capaces de reconocer formalmente las deficiencias generales que dicho sistema conlleva, les resulta casi imposible romper con las rutinas e inercias previamente instaladas en su mente. El resultado es una serie de "componendas" entre lo nuevo y lo viejo e interpretaciones muy desvirtuadas de los fundamentos constructivistas, lo que provoca a veces rechazos implícitos, o incluso explícitos, y, en ocasiones, enquistamientos difíciles de desestabilizar.

Por todo ello creemos necesario que nuestros alumnos se vean inmersos en un proceso de enseñanza-aprendizaje donde los presupuestos constructivistas, en principio, no sean el objeto de estudio, sino que lo sea el conocimiento de una parte de la realidad, relacionado con lo cotidiano: ¿por dónde y cuando sale el Sol y la Luna?, ¿por qué la Luna presenta diferentes fases?, ¿Por qué en los polos hay seis meses en que no sale el Sol, y otros seis en que no se pone?, ¿a qué se deben las estaciones?, etc. Se pretende que los futuros profesores sean los protagonistas, vivencien ("jueguen" a conocer de otra forma), se impregnen, de aquello de lo que tanto han oído hablar pero que, como no lo han practicado, les cuesta trabajo creer que se pueda llevar a cabo.

La reconstrucción de lo hecho para poder reflexionar sobre ello y analizarlo en profundidad y acceder así a dichos presupuestos, será un paso posterior. Lo que queremos lograr es un referente empírico muy personal (vivencial), desde el que, a través de las reflexiones y análisis ya citados, acceder a la resolución de los problemas sobre la "enseñanza de las ciencias" formulados en la 1ª fase de la disciplina, e ir construyendo los fundamentos que los soportan (Navarrete y otros, 1992; Azcárate y otros, 1994; Navarrete y Azcárate, 1997).

### ¿Por qué sobre el tópico “movimientos relativos del sistema Sol/Tierra/Luna”?

Ya dijimos que la “experiencia” se podría haber centrado sobre cualquier otro conocimiento ligado al ámbito de las Ciencias de la Naturaleza, siempre que supusiera la reconstrucción de un conocimiento ampliamente tratado en el ámbito escolar. La elección de este tópico quizás tenga una componente subjetiva, dada la afinidad del autor por estos temas; y otras más objetivas, alguna ligada con la anterior preocupación; como ha sido la recopilación sistemática de datos sobre las concepciones de los alumnos de magisterio, y de algunos profesores en ejercicio; en relación a estos temas desde el curso 90-91 hasta la actualidad (Navarrete, 1998). Existe además bibliografía suficiente al respecto (Nussbaum y Novak, 1976; Klein, 1982; Jones, y otros, 1987; Camino, 1995; De Manuel, 1995).

Hemos tomado así mismo en consideración el que no sea un tema estrictamente ligado a nuestro ámbito de conocimiento, ya que tradicionalmente es abordado también por las Ciencias Sociales. Igualmente, el que sea un tema próximo al conocimiento cotidiano, directamente observable y sobre el que se puede modelizar físicamente con relativa facilidad. Por último, hemos considerado decisivo para nuestros fines (pensando en su proyección a la 3ª fase, fig.1) el fácil acceso, a través de la historia, a la evolución sobre el estudio del Cosmos, al desarrollo del conocimiento astronómico, de la mano de la Astrología en sus comienzos, con todos los aspectos sociales y culturales relacionados. Ello permite recorrer las interpretaciones dadas desde las primitivas civilizaciones, pasando por la cultura griega, romana, el medievo y el renacimiento, hasta llegar a nuestros días. Consideramos que se trata de un excelente hilo conductor para abordar cuestiones epistemológicas.

### Descripción de la “experiencia” (fase 2ª)

Los procesos que se llevan a cabo en el desarrollo de la experiencia podemos organizarlos en torno a tres momentos metodológicos (fig. 2). Posteriormente se realizará la reconstrucción y análisis de la experiencia por parte de los futuros profesores (fig.1).

#### *Momento -1-. Trabajo con las ideas o concepciones de los futuros profesores*

Es esta primera parte se pretende que los futuros profesores tomen conciencia de lo que saben y de la validez de ese conocimiento para dar respuesta a los hechos cotidianos que les proporciona la realidad. A través de él ha de producirse el oportuno desequilibrio (crisis), entre lo que saben y la necesidad de buscar nuevos esquemas explicativos, que logren interesarlos y ponerlos en situación de querer avanzar en su conocimiento. Pensamos que estas situaciones son momentos idóneos para producir rupturas conceptuales y metodológicas importantes si se sabe intervenir adecuadamente (Navarrete y Azcárate, 1997).

Se inicia con la exploración de concepciones, utilizando como instrumento el cuestionario. Éste consta de nueve preguntas, ocho abiertas y una de elección múltiple. Cuatro de ellas referidas a la Luna (fases, eclipse, lugar y hora de salida y puesta) y las seis restantes a los movimientos relativos Sol-Tierra (qué es el Este y dónde se encuentra, cómo se producen las estaciones, diferente duración días y noches, qué son los trópicos y recorrido del Sol por la órbita celeste a lo largo del año para nuestra latitud) (Navarrete, 1998). Este cuestionario ha sido validado durante los últimos siete años en que se ha aplicado a más de 300 sujetos. El cuestionario es totalmente



anónimo y su cumplimentación está basada en la realización de dibujos o esquemas gráficos simples, obviando, o reduciendo al mínimo las respuestas verbales que pueden llegar a enmascarar las verdaderas concepciones. Así se le hace saber a los futuros profesores y se les invita a que participen abiertamente, sin inhibiciones, expresando realmente lo que piensan al respecto. Las cuestiones se van repartiendo de una en una, ya que existen implicaciones entre ellas, y se recogen de la misma forma.

El trabajo con el cuestionario despierta en los futuros profesores una especial inquietud y revuelo colectivo conforme avanzan en las sucesivas cuestiones. La actitud general es de sorpresa ("estupor"), al comprobar que la mayoría no poseen en su repertorio mental explicaciones para dar respuesta a cuestiones en principio, tan simples y cotidianas; más aún cuando muchos de ellos creen tener la certeza de controlar el tema.

Este primer contacto conecta, por tanto, con el interés de los futuros profesores y supone el enganche para el resto del proceso.

El vaciado y la categorización de las concepciones contenidas en el cuestionario sirve de base para la formación de los grupos (de 5 sujetos máximo, en total entre 9 y 13 grupos, según los cursos), siguiendo el criterio de reunir en un mismo grupo a individuos con ideas diferentes para así favorecer el contraste entre los componentes.

El problema a resolver se centra inicialmente en encontrar un modelo explicativo coherente desde el que dar respuesta a la sucesión de las estaciones, ítem 6ª del cuestionario, cuyo enunciado dice:

*Como bien sabes a lo largo del año se suceden cuatro estaciones: primavera, verano, otoño e invierno. Realiza un esquema o esquemas simples, en los que impliques la tierra y el Sol,*

*para explicar las distintas estaciones. Si tienes que aclarar algo por escrito hazlo sobre el esquema o esquemas dibujados.*

De un estudio realizado sobre las respuestas dadas a esta pregunta por 240 alumnos de magisterio y 13 profesores en ejercicio (Navarrete, 1998) se obtiene que «tan sólo el 6% de ellos dan una respuesta "aceptable", un 12,6% aportan información insuficiente o son de difícil catalogación, lo cual indica que al menos el 81'4% de los sujetos de la muestra carecen de un esquema conceptual coherente desde el que poder dar una explicación global a la sucesión de las estaciones terrestres».

*Cuando me pasaron el cuestionario sobre las estaciones la explicación que di fue la siguiente: el Sol está en el centro, la tierra gira alrededor de éste, si el Sol daba en una cara de la tierra era verano, y en la que daba menos, invierno. El Sol está más cerca de la tierra en verano que en invierno.*

(comentario de un alumno en la reconstrucción personal de la "experiencia", 13, 95/96).

Para provocar la explicitación de las ideas personales y su contraste entre los componentes del grupo se utilizan como recurso las respuestas dadas a esta misma cuestión por futuros profesores de otros cursos; lógicamente se hacen coincidir los mismos tipos de concepciones con las expresadas por los miembros del grupo. De esta forma se evitan las situaciones de rechazo personal a expresar las propias ideas por temor o vergüenza ante los compañeros, ya que el análisis se realiza sobre las concepciones de otros sujetos desconocidos. Conforme se centran en el análisis van siendo conscientes de sus propias ideas, a la vez que las contrastan con las de los compañeros.

*Mediante los esquemas de los demás, me di cuenta de que yo misma había cometido los mismos errores en mi cuestionario, como*

*por ejemplo: confundir el día y la noche con las estaciones, colocar el Sol en invierno más cerca de la tierra que en verano, sin saber explicarlo, pensar que la elipse de la tierra era completamente ovoide, etc...*

(comentario de una alumna en su trabajo de reconstrucción del proceso 7- 95/96).

Se produce así una movilización de datos y referencias a hechos y procesos, procedentes del conocimiento cotidiano y/o del escolar, sobre la realidad explicada que anima la discusión y la búsqueda de información y que les conduce a tomar consciencia de la insuficiencia de sus concepciones y a formular los primeros problemas.

*Me aboraron un montón de preguntas que se habían quedado bruscamente sin respuesta, entendí que mis explicaciones ya no justificaban el por qué de las estaciones, se quedaban cortas, no tenían sentido.*

(reconstrucción experiencia, 30, 95/96).

*Al empezar a observar los dibujos se nos ha planteado una duda: queremos saber si es verdad que cuando en el hemisferio norte es verano en el hemisferio sur es invierno. Ahora se plantea si el eje de la tierra es oblicuo o es perpendicular al Sol. Parte del grupo dice que el eje es oblicuo y que la tierra gira de forma oblicua y otros dicen que gira con el eje totalmente vertical pero nadie sabe explicarlo.*

(diario de trabajo del grupo 3º, 2º día, 97/98).

*Según el esquema que hemos planteado de la realidad, nos surge la duda de ¿por qué la tierra está más cerca del Sol en invierno si se supone que hace más frío? Pero además sabemos que no estamos en la misma estación en la tierra al mismo tiempo ¿Por qué?*

(diario de trabajo del grupo 2º, 2º día, 97/98).

Hay que advertir en este punto, que cada futuro profesor va tomando nota de todo lo que acontece a lo largo de la "experiencia", a modo de diario de trabajo personal, al objeto de poder efectuar la recons-

trucción posterior del proceso y el correspondiente análisis que ya se les anunció que deberían realizar. A la vez, y como base también para el trabajo individual, diariamente cada grupo realiza una memoria de lo sucedido donde reflejan los planteamientos que surgen, las dudas, los esquemas que elaboran, los problemas e hipótesis, las experiencias llevadas a cabo, etc.

Este diario de grupo que el profesor consulta después de cada sesión, es un instrumento idóneo de evaluación que permite seguir la marcha del proceso grupo a grupo, e ir ajustando el diseño a las necesidades de cada cual.

Sirve así mismo como instrumento de comunicación profesor-alumno por cuanto en él se reflejan los comentarios que éste hace al trabajo realizado el día anterior: incentivando el proceso, haciendo nuevas cuestiones, aportando datos, sugiriendo actividades, provocando reflexiones, etc.

#### *Momento -2- Experimentación*

El enunciado de las cuestiones o problemas planteados lleva aparejado el de las hipótesis para darle solución así como el correspondiente diseño experimental para su comprobación. Son estos, procesos no lineales que no se corresponden con pasos estrictamente delimitados. En ocasiones, al estar experimentando con los modelos de plastilina que construyen al efecto o con diseños gráficos, para explicar un determinado hecho, surgen nuevos problemas, o se descarta la hipótesis anterior y se aventura una nueva. Los futuros profesores disponen de abundante material, como la ya citada plastilina, globos terráqueos, flexos, palillos, cuerda, pelotas de diferente tamaño, rotuladores, cinta métrica, etc.

En toda esta fase la intervención del profesor orientando y coordinando el pro-

ceso es muy importante. En algunos momentos, formulando nuevas preguntas, en otras aportando datos de la realidad, proponiendo actividades concretas, procurando el contraste con otros grupos, ayudándoles a materializar las ideas en modelos concretos, a representar gráficamente las modelizaciones construidas, fomentando la discusión dentro del grupo, etc.

Cada grupo lleva su propio itinerario de trabajo y su propio ritmo, según los problemas de partida, la idiosincrasia de sus componentes, el nivel de sus concepciones, la visión espacial, etc. Así, para algunos grupos, un primer paso es asegurar que en la tierra se dan dos estaciones a la vez y no una o cuatro -como suelen pensar muchos- mientras que para otros, lo es averiguar si el eje está o no inclinado o, si gira durante la rotación orbital anual.

La concepción predominante sobre todas las demás es la que utiliza como argumento para explicar las estaciones la distancia relativa entre la tierra y el Sol, en el sentido de mayor cercanía del foco calorífico en verano, y mayor alejamiento en invierno; quedando la primavera y el otoño para posiciones intermedias (metáfora de la estufa) (Navarrete, 1998). Esta concepción tiene el carácter de estructurante (Gagliardi, 1986), por cuanto todas las demás explicaciones se organizan y están sujetas explícita o implícitamente a ella. Esto la

convierte en el principal obstáculo epistemológico que es necesario superar para poder evolucionar en la construcción de un modelo coherente. La imagen gráfica más representativa de esta forma de pensamiento, por su abundancia, es la que se ilustra en la fig. 3, (curso 96/97).

La tomaremos como ejemplo para centrar la atención sobre una serie de aspectos que de una u otra forma también se repiten en otras representaciones: 1º, se dibuja una elipse muy excéntrica con el Sol muy descentrado -coherente con lo visto a bote pronto en los libros (Salvat y Sánchez, 1997)-; 2º, solo existe una estación para toda la tierra; 3º, el eje se representa inclinado pero no mantiene su posición a lo largo de la órbita; 4º, los rayos solares salen inicialmente inclinados desde el Sol.

Existe una mayor diversidad de representaciones, pero al no ser objeto de este artículo no profundizaremos en ellas. De forma simplificada podemos decir que en torno a estos cuatro aspectos se centran los principales obstáculos que hay que superar en este 2º momento de *experimentación*.

Para muchos, el admitir que se dan dos estaciones a la vez en toda la tierra no es un dato más, sino que supone tener que diferenciar el concepto de estación del de clima (tiempo meteorológico) o desligar la idea de ciertas festividades con una estación determinada:

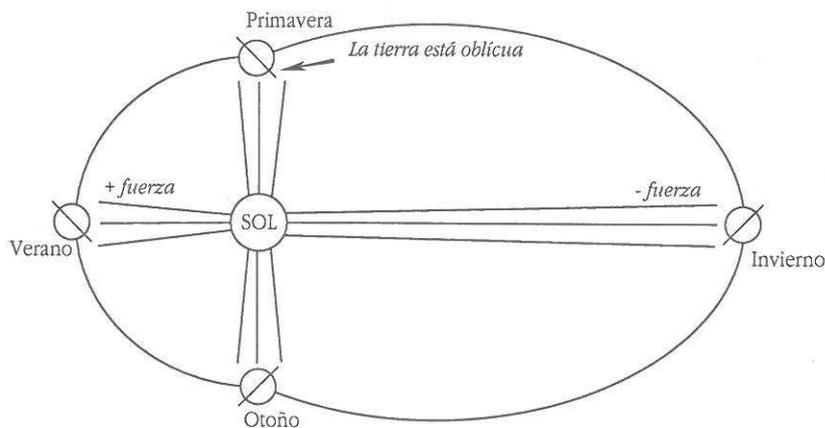


Figura 3.

*Sabíamos muy bien las diferencias del verano e invierno con respecto a la situación de España, pero no estaban claras las diferencias entre primavera y otoño. Por esta razón nos fuimos al globo terráqueo y medimos en grados la situación de España en las distintas estaciones. Era evidente que el tiempo (clima, n.a.) no podía ser el mismo, pues la situación también era distinta. Esto nos llevó a pensar que en cada momento se daba en distintas zonas del globo, las cuatro estaciones. Nos equivocamos al relacionar estación con un tiempo determinado (con temperatura) (clima, n.a.).*

(reconstrucción experiencia, 35, 95/96)

(n.a.= nota del autor).

*La idea de que como nosotros vivimos la Navidad en invierno (España, o sea, en el H. Norte) y que ésta, por tanto, se da en todos los lugares en invierno se resiste a cambiar, y siempre que hacemos referencia a la misma surgen dudas acerca de como puede darse en otra estación.*

(reconstrucción experiencia, 63, 97/98).

Para poner en crisis el modelo basado en la distancia (metáfora de la estufa) se les facilitan los datos de las distancias reales entre la tierra y el Sol: la más corta "perihelio", situación muy próxima a la entrada del invierno en nuestro hemisferio, y la más larga "afelio", próxima a la entrada del verano en el hemisferio norte, y se les invita a que construyan una elipse a escala con ellos, o a que contrasten dicha información con otro grupo que ya la haya elaborado:

*Tras construir la elipse descubrimos que la órbita elíptica apenas tiene forma de elipse y sí más forma circular por lo que las estaciones no dependen de la cercanía o lejanía de la tierra del Sol. Este resultado chocó con nuestras concepciones, ya que estábamos convencidos de que la órbita tendría una marcada forma elíptica, no siendo así.*

(diario de trabajo del grupo 1º, 3º día, 95/96).

*La elipse es casi redonda, cosa que nos ha sorprendido mucho, y tiene 2 focos, en uno de ellos está el Sol. El Sol no está en el*

*centro de la órbita, pero la distancia no es suficiente para que influya en las estaciones. Hemos pensado que podría ser que las estaciones dependan de la inclinación de la tierra, que en un extremo de la órbita estaría así "ã" y en el otro "á". Pero nos planteamos que si esto fuera así siempre sería verano e invierno en los mismos sitios. Creemos que puede ser por la perpendicularidad de los rayos pero no sabemos por qué.*

(diario de trabajo del grupo 2º, 2º día, 96/97).

Como se puede apreciar en éste último comentario, el "descubrimiento" de que el eje de la tierra no cambia de posición a lo largo de su traslación orbital de un año se produce cuando interrogan al modelo que van construyendo y comprueban que la respuesta que les da no se corresponde con los datos de la realidad, al no ser así, éste, tiene que ser corregido.

Por último, el superar que la inclinación de los rayos solares no se debe a aquella con que parten del Sol, sino a la curvatura de la superficie terrestre, y descubrir que las diferencias climáticas es en gran medida debida a la distribución irregular de la energía solar sobre la tierra gracias a la curvatura de la misma, es un proceso largo que supone trabajar con las distancias reales, que permite la representación a escala de ambos cuerpos y, en ocasiones, tener que superar concepciones poco evolucionadas de los conceptos de paralelismo y perpendicularidad.

*¿Cómo inciden los rayos solares sobre toda la superficie terrestre? Primero con el globo terráqueo y después con los dibujos, descubrimos que la incidencia de los rayos sobre la superficie se debe a la propia forma de la tierra. Su forma esférica hace que una misma cantidad de energía tenga que repartirse en mayor o menor espacio. Los rayos del Sol, que son paralelos entre sí, inciden en la superficie terrestre, siendo mayor la zona iluminada por éstos en la zona cercana a los polos y menor en el Ecuador.*

(reconstrucción de la experiencia, 25, 95/96).

abordan los aspectos relacionados con la planificación de actividades, selección de contenidos, evaluación, etc.:

*Previa a la experiencia de aprendizaje que hemos llevado a cabo, ya teníamos referencias sobre qué eran las ideas previas o concepciones y cómo influían en el proceso de aprendizaje. No obstante, ahora somos conscientes de lo que verdaderamente son dichas concepciones y de sus repercusiones en el aprendizaje, por la sencilla razón de que hemos hecho explícitas las nuestras propias, hemos "jugado" con ellas, contrastándolas, modificándolas, etc... Hemos podido comprobar por nosotros mismos el papel tan determinante que éstas desempeñan en la educación; hemos comprendido el por qué es preciso tomarlas como punto de partida y de referencia a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.*

(análisis de la experiencia, apartado A),  
26, 95/96).

*... Pero de todas formas siempre aprendemos desde lo que ya tenemos, por poco que sea, como hemos visto en la "experiencia". Ahora soy más consciente de lo que representan en mí las ideas previas que, aunque no sean "correctas" para el conocimiento científico, sirven de base y apoyo para el posterior aprendizaje.*

*Hemos visto también como a partir de las preconcepciones se pueden crear situaciones de aprendizajes (papel del profesor) capaces de desencadenar un proceso que sin duda es laborioso pero a la vez muy motivador. Cuando se nos ha ido dando opción a dar nuestras propias respuestas a los fenómenos sin que nadie nos la borre para imponer la respuesta final y válida, se ha abierto un proceso casi dormido en nosotros de interés por conocer, pero dándole el valor que merece a todo aquello con lo que hemos empezado a construir el nuevo conocimiento, mis propios conocimientos personales.*

(análisis de la experiencia, apartado A),  
43, 95/96).

*La ciencia, en su evolución histórica, ha seguido un proceso similar al que hemos visto en nuestra experiencia de aprendizaje: elaboración*

*de hipótesis o modelos sucesivos, que puedan ir dando explicación a los problemas surgidos.*

(análisis de la experiencia, apartado B),  
19, 95/96).

*No podemos considerar como iguales: las teorías personales y las teorías científicas, las personales, cuando somos niños surgen de la experiencia y de la observación de la realidad, posteriormente cuando interactúan con la información proveniente de la escuela evolucionan... pero sólo adquirimos pequeñas parcelas de información del mundo científico.*

(análisis de la experiencia, apartado B),  
58, 95/96).

*Había planificación previa que le servía al profesor para saber en qué momento debía intervenir y en cual era necesario que fuese el propio alumno el que llegase a sus propias conclusiones; que debía ir introduciendo en la experiencia y qué dejar a un lado; qué elementos debían intervenir y cuáles no; cuándo debían introducir nuevos datos que produjesen nuevos desequilibrios, etc.*

(análisis de la experiencia, apartado C),  
3, 95/96).

*Actividades: De todo tipo, algunas programadas, otras sobre la marcha. Esquemas, dibujos, escalas. Teníamos la movilidad necesaria, se ha creado un ambiente más idóneo, más espontáneo, confianza, acercamiento, contacto*

(análisis de la experiencia, apartado C),  
6, 95/96).

## A modo de conclusión

Los resultados que arroja la utilización de la "experiencia" como estrategia metodológica dentro del diseño de la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza, se muestran en principio muy satisfactorios, no obstante hay que indicar que la validez de dicha estrategia para hacer evolucionar las concepciones de los futuros profesores sobre las concepciones y su tratamiento didáctico en el aula, es objeto de una tesis doctoral en ejecución.

De los resultados provisionales obtenidos de nuestra investigación de aula, a partir de todos los instrumentos de recogida de información ya expuestos y de otros como la observación participante durante el trabajo de aula (confección de un "diario del profesor"), entrevistas con los grupos, evaluaciones de la asignatura por parte de los futuros profesores y entrevistas semiestructuradas realizadas a un número reducido de ellos, podemos aventurar las siguientes conclusiones provisionales:

- La "experiencia" resulta muy motivante para los futuros profesores, su grado de implicación es muy alto.

- Les resulta un proceso novedoso en el que de forma natural se ponen en práctica conceptos, estrategias y procesos que identifican con facilidad con las aplicaciones al trabajo de aula de los presupuestos constructivistas: aquello de lo que tanto habían oído hablar y que ahora practican (valoran que se les respeten sus ideas y explicaciones sin que se les imponga ninguna "verdad" a la fuerza, su ritmo de trabajo, el derecho a equivocarse, las relaciones de grupo y entre grupos, el rol del profesor, su capacidad de autoevaluación...).

- Valoran muy positivamente el que se centre sobre un tópico del que tienen concepciones provenientes del conocimiento cotidiano y del escolar y que, al estar ligado a lo próximo y observable, se presta a su modelización y representación gráfica.

- Supone contar para el resto de trabajo de la asignatura con un referente experiencial común al que poder recurrir constantemente para ir estableciendo formalizaciones desde el punto de vista de las "concepciones de los alumnos", los "fundamentos epistemológicos" y el trabajo de "planificación didáctica".

- Será conveniente buscar alternativas o mejorar los "guiones orientativos para el análisis" individual de la experiencia, a fin

de evitar que dichos análisis, para un determinado número de participantes, se conviertan en un trabajo rutinario en el que han de dar respuesta a un cuestionario, olvidando su objetivo en relación con la "experiencia".

- La introducción de la nueva modalidad del diario de trabajo de grupo con recogida diaria, realizada en este último curso, se ha mostrado idónea como recurso para controlar y ajustar continuamente la marcha del proceso y para ofrecer información específica a los grupos por parte del profesor y así orientar su trabajo.

#### REFERENCIAS

- ALIBERAS et al. (1989). La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 277- 284.
- ASTOLFI, J.P. y DEVELAY, M. (1989). *La didactique de sciences*. Paris: Presses Universitaires de France.
- AZCÁRATE, P. y otros (1994). Presupuestos iniciales para un trabajo de investigación sobre formación del profesorado. *Investigación en la Escuela* 22, 85-89
- CAMINO, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con Maestros de Primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 85-96.
- DE MANUEL, J. (1995). ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 227-236.
- GAGLIARDI, R. (1986). Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 4, 30-36.
- GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA. (1991). Proyecto curricular *Investigación y Renovación Escolar* (IRES). (4 VOLS. Versión Provisional). Documento interno.
- JONES, B.L. y otros (1987). Children's concepts of de Earst, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 9(1), 43-53.

- KLEIN, C.A. (1982). Children's concepts of Earth and the Sun: *A cross cultural study*. *Science Education*, 66(1), 95-107.
- NUSSBAUM, J. y NOVAK, J.D. (1976). Children's conception of the Earth as a comic body: a cross-age study Earth and Gravity concepts among Napoli Children. *Science Education*, 63(1), 83-93.
- NAVARRETE, A. y otros (1992). Una estrategia de formación de profesores vinculada a la innovación curricular en, Grupo Investigación en la Escuela: *El currículum para la formación permanente del profesorado*, Díada, Sevilla, 42-80,
- NAVARRETE, A. y AZCÁRATE, P. (1997). Una estrategia para la formación inicial de maestros, Espec. E. Primaria, a partir del tópico movimientos relativos del sistema Sol/tierra/Luna. En R. Jiménez y A. Wamba (eds) *Avances en la didáctica de las ciencias experimentales*. Huelva: Servc. Pub. Universidad de Huelva.
- NAVARRETE, A. (1998). (En prensa). Algunas aportaciones sobre las concepciones de los futuros maestros en torno a los movimientos relativos del sistema Sol-tierra.
- PORLÁN, R. y otros (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores. Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23-38.
- PORLÁN, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 16 (1), pp. 175-185.
- SALVAT, A. y SÁNCHEZ, J. (1997). ¿Podemos dibujar el sistema solar? En R. Jiménez y A. Wamba (eds) *Avances en la didáctica de las ciencias experimentales*. Huelva: Servc. Pub. Universidad de Huelva.

#### SUMMARY

*This article describes a design for the subject called Didactics of the Natural Sciences in the initial steps of the teacher's training in the speciality of Primary Education. This design has a learning experience about the "Sun/Earth/Moon" system relative motions based on constructivist theories, as the central nucleus. Firstly, the basic problems in the teaching of Sciences at this level are proposed in the first subject's phase. Secondly, the "experience" is carried out. And finally, the problems are taken up again and the possible solutions are treated, taking the analysis of the carried out experience as reference. This article basically describes the methodological "experience" process and the analysis resorts.*

#### RÉSUMÉ

*Dans cet article on décrit un plan de la discipline Didactique des Sciences de la Nature, pour la formation initiale des instituteurs avec une spécialité d'enseignement primaire. Ce plan a comme noyau central une expérience d'apprentissage autour des mouvements relatifs du système "Soleil/Terre/Lune", basé des Théories constructivistes. D'abord, on propose dans la première phase de la matière, les problèmes essentielles de l'enseignement des sciences dans ce niveau. Deuxièmement, on réalise "l'expérience", et après on reprend les problèmes, et on aborde les solutions possibles en prenant comme référence l'analyse de "l'expérience" réalisée. On décrit fondamentalement le processus méthodologique de "l'expérience" et les ressources pour son analyse.*