2

Didáctica de las ciencias

Nuevas perspectivas

V Congreso internacional de Didáctica de las Ciencias
X Taller Internacional de Enseñanza de la Física
17 al 21 de marzo de 2008
Palacio de las Convenciones. La Habana - Cuba

Didáctica de las ciencias

Nuevas perspectivas

Compilación

Esta compilación ha sido concebida como contribución a la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible, instituida por la Organización de Naciones Unidas para el periodo 2005-2014 y como repertorio de los temas debatidos en el IV y V Congresos Internacionales de Didáctica de las Ciencias, celebrados en La Habana.

Compilación: Lic. Carlos Sifredo Barrios
Edición: Dr. C. María Julia Moreno Castañeda
Corrección: Lic. José Luis Leyva Labrada

@ sobre la presente edición, Ministerio de Educación, 2008

@ sobre la presente edición, sello editor Educación Cubana, 2008

ISBN 978-959-18-0350-4

Sello Editor EDUCACIÓN CUBANA
Dirección de Ciencia y Técnica
3ra. y 16. Miramar. Playa.
Ciudad de La Habana. Cuba
Tlf: 202 2259 Correo-e: organoeditor@dct.rimed.cu

ÍNDICE

Década de la educación para un futuro sostenible (2005-2014). Llamamiento de Naciones Unidas a todos los educadores/ 1

Cultura y formación científica: derecho de todos/ 22

Promover interés por la cultura científica. Cambio en las actitudes del alumnado con una enseñanza problematizada/ 29

Enseñanza aprendizaje de las ciencias: ¿interdisciplinariedad o integración?/ 64

Cultura científica y ambiental en el Decenio de la educación por el desarrollo sostenible/ 76

Educación científica y tecnologías de la información y las comunicaciones/ 95

Habilidades para la vida: contribución de la educación científica en el marco de la Década de la educación para el desarrollo sostenible / 112

Educación Bioética: puente hacia la sustentabilidad/ 119

Experimentos impactantes: alternativa para la educación científica en el nivel medio/

Educación para la sostenibilidad en el currículo de Física: estudio de la energía como ejemplo privilegiado para abordar la situación del mundo/ 143

Sostenibilidad en el currículo de Química/ 149

Producción y utilización del audiovisual educativo: mirada desde las Ciencias Naturales/ 169

Macroscopio: instrumento fundamental de la necesaria revolución por la sostenibilidad/ 189

Concepciones espontáneas sobre la situación del mundo: aspecto ignorado en la investigación sobre concepciones alternativas/ 206

Atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria/ 237

Promover el interés por la cultura científica

Cambio en las actitudes del alumnado con una enseñanza problematizada

Joaquín Martínez-Torregrosa
Rafaela Verdú Carbonell
Luis Osuna García
Universidad de Alicante (España)

Planteamiento del problema

La idea de que el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, y en particular de la Física y Química, se desarrollen como un proceso de (re)construcción de conocimientos que se "inspire", dentro de lo posible, en el de la investigación es en la actualidad compartido por un amplio número de investigadores (Gil y Carrascosa, 1985, Duschl y Gitoner, 1991; Hodson, 1992; Nacional Research Council, 1996). Desde principios de los ochenta nuestro grupo de investigación (Gil-Pérez, 1983, 1986, 1993; Gil-Pérez, et Al., 1991) ha desarrollado propuestas y materiales concretos para el aula, con esta misma orientación, dentro del modelo "de enseñanza por investigación orientada". En este modelo, se concibe el aprendizaje como un proceso de evolución y cambio conceptual y epistemológico, y la enseñanza como la puesta en práctica del plan de actividades para favorecer dicho cambio.

En el libro ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años, presentado como una aportación a las iniciativas de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible y promovido por las Naciones Unidas bajo el liderazgo de la UNESCO-OREALC (Gil-Pérez et al., 2005), se propone que la enseñanza de las ciencias se realice como un proceso de inmersión en la cultura científica, lo que exige organizar los temas y los cursos con una estructura problematizada. En un ambiente de aula en el que la enseñanza se organiza para plantear y avanzar en problemas de interés, el aprendizaje se produce como fruto de un proceso de investigación dirigida, con características coherentes (dentro de lo posible y deseable en cada nivel) con las del trabajo científico.

Desde los años 80 hemos diseñado materiales para el aula (en Física y Química) dentro de esta orientación (véase, por ejemplo, gratuito, el libro del alumno y profesor en www.curiedigital.net "La búsqueda de la Unidad. La estructura de todas las cosas" (Martínez-Torregrosa et Al., 1998)) y elaborado un protocolo para planificar temas y cursos con una estructura problematizada. Durante los diez últimos años hemos realizado un estudio para valorar en qué medida dicha forma de estructurar la enseñanza favorece el aprendizaje y las actitudes de los alumnos.

Las preguntas que vertebran nuestro trabajo son: ¿en qué medida es posible organizar la enseñanza de las ciencias con una estructura problematizada?, ¿produce una mejora en las actitudes de los alumnos hacia las ciencias y su aprendizaje?, ¿acaso no es más exigente que la metodología habitual y, por tanto, genera rechazo?

Nuestra hipótesis es que la organización y desarrollo de la enseñanza de la Física y Química con una estructura problematizada, como la que presentamos, tiene un efecto muy positivo sobre el aprendizaje y las actitudes de los estudiantes.

En la comunicación presentamos el protocolo de planificación para elaborar los temas y algunos resultados sobre las actitudes de los alumnos que han sido instruidos según nuestro modelo.

¿En qué medida es posible organizar la enseñanza de las ciencias con una estructura problematizada?

Generalmente la estructura habitual de un tema o un curso, el comienzo de los temas, en la enseñanza por transmisión de conocimientos ya elaborados tiene un carácter aproblemático, que se pone de manifiesto tanto en el título como en la introducción y primeros apartados de los temas. En efecto, los títulos habituales suelen ser meros nombres/etiqueta de aquello que se va a transmitir: cinemática, metabolismo celular, óptica geométrica, la estructura corpuscular de la materia, estequiometría ... Y en la introducción del tema, dichos títulos a menudo "se explican" con definiciones tales como "es la parte de la Física que estudia el movimiento"; "conjunto de reacciones que ocurren en el interior de la célula"; "estudio del comportamiento de la luz cuando se puede ignorar su naturaleza ondulatoria" etc.

Dicha introducción, que en algunos casos incluye unos breves párrafos acerca de la importancia del tema, o una indicación de lo que al final deberán saber los alumnos, da paso a una secuencia de apartados que suele comenzar con la definición de los conceptos y/o modelos que se van a utilizar, de una manera segura y acabada, "como si fueran inevitables, formaciones rocosas que han existido desde siempre" en palabras de Arons (1988).

Otro de los aspectos característicos de la estructura de los temas en la enseñanza transmisiva es la separación entre el estudio de conceptos y modelos (la "teoría", en terminología convencional), las "prácticas" y los "problemas". Las "prácticas" con frecuencia son ilustraciones de lo ya dado en "teoría" (mostrar cómo una ley que ya se ha explicado se cumple, por ejemplo) y los problemas de lápiz y papel son planteados como si fueran simples ejercicios de aplicación de la teoría.

Por último, se acostumbra terminar el estudio de los temas con un examen que tiene las características de un mero instrumento de constatación de lo que el alumno sabe. Un instrumento limitado a lo más fácilmente medible, que se convierte en la finalidad de la enseñanza, en el "amo" del proceso de enseñanza/ aprendizaje (Novak, 1991), y orienta en una dirección errónea la actividad de alumnos y profesores.

Es verdad que, en algunos casos, la situación no parece tan esquemáticamente transmisiva como hemos criticado: a menudo, por ejemplo, se hacen preguntas a los alumnos, pero se trata, en general, de preguntas retóricas o anecdóticas, que no influyen en cómo se organiza el tema. Algo esencial, precisamente, es preguntarse si la estructura del tema y del curso responde al planteamiento de situaciones problemáticas que los alumnos y alumnas puedan considerar de suficiente interés para implicarse en su estudio, concebido como una investigación.

¿Cómo planificar la estructura de temas y cursos?

Dentro del modelo de enseñanza por investigación dirigida la planificación del aprendizaje de cada tema –y del conjunto de temas que componen un curso- se plantea como un trabajo de investigación y de innovación, a través del tratamiento de situaciones problemáticas relevantes para la construcción de conocimientos

científicos y el logro de innovaciones tecnológicas susceptibles de satisfacer determinadas necesidades. Ello ha de contemplarse como una actividad abierta y creativa, debidamente orientada por el profesor, que se inspira en el trabajo de científicos y tecnólogos -y, muy en particular, en las grandes preguntas que han orientado dicho trabajo- que debería incluir toda una serie de aspectos como los que recordamos brevemente a continuación.

Plantear, en el inicio del curso (y, en su caso, de los grandes bloques) y de cada uno de los temas que lo compongan situaciones problemáticas que –inspirándose en las que desde el punto de vista histórico y/o epistemológico-, están en el origen de los conocimientos que queremos que aprendan los alumnos– sirvan de punto de partida para el trabajo de los estudiantes.

Diseñar la secuenciación de los temas del curso con una lógica problematizada, es decir, según una posible estrategia para avanzar en la solución a las grandes preguntas iniciales. Esto da lugar a un hilo conductor en el que cada tema se convierte en un problema más concreto cuya solución permite avanzar en el problema inicial, al mismo tiempo que puede generar nuevos problemas, incrementándose así las relaciones entre los distintos temas y la coherencia del curso.

Organizar el índice de cada uno de los temas/problema de forma que responda igualmente a una posible estrategia para avanzar en su solución. La estructura o secuencia de apartados del tema debe estar ligada intencional y lógicamente con la problematización inicial. La estructura de los temas no está guiada, por tanto, como es habitual, por los conceptos fundamentales, sino por un intento de plantear y avanzar en problemas fundamentales. Los conceptos o ideas son fundamentales en la medida en que contribuyen a solucionar problemas fundamentales.

En este contexto de resolución de problemas, los conceptos y modelos se introducen, por alumnos y profesor, como tentativas, como hipótesis fundadas, que deben ser puestas a prueba, a través de su capacidad predictiva en situaciones de laboratorio y en el aborde de situaciones problemáticas abiertas concretas, así como mediante el establecimiento de su coherencia con la globalidad de los conocimientos ya establecidos por investigaciones precedentes. La introducción de conceptos y sus relaciones, la realización de ejercicios (que adquieren el estatus de "actividades de puesta a punto de la capacidad predictiva de conceptos e ideas"), los trabajos prácticos y la resolución de problemas se integran con sentido, dentro de la estructura de investigación (Martínez-Torregrosa, Doménech y Verdú, 1993; Gil, Furió et al, 1999).

La estructura problematizada del curso y de cada tema favorece, de modo natural, la realización de recapitulaciones periódicas sobre lo que se ha avanzado en la solución al problema planteado, los obstáculos superados y lo que queda por hacer, y la elaboración de informes del trabajo realizado, con características similares a los informes científicos, todo lo cual constituye una ocasión privilegiada para la regulación y reorientación del trabajo de los alumnos en el desarrollo de la investigación. Cabe insistir, además, en la necesidad de dirigir todo este tratamiento a mostrar el carácter de cuerpo coherente que tiene toda ciencia, favoreciendo, para ello, las actividades de síntesis (esquemas, memorias, recapitulaciones, mapas conceptuales...) y la elaboración de productos, susceptibles de romper con planteamientos excesivamente escolares y de reforzar el interés por la tarea. La estructura problematizada favorece que la evaluación sea percibida como

"recapitulación de la empresa científica", como una ayuda para el avance del plan de investigación. De este modo, la evaluación, concebida como un instrumento de ayuda para el avance en la resolución de los problemas planteados, se integra totalmente en este proceso. Se trata, en definitiva, de lograr una total confluencia entre las situaciones de aprendizaje y de evaluación (Pozo et Al., 1992).

Esta estructura "gruesa", debe ser concretada en una secuencia de actividades, en un plan de investigación dirigida o programa-guía (Furió y Gil, 1978), para su propuesta en el aula a los alumnos (organizados en pequeños grupos) que, con tiempo para pensar argumentar y hacer, junto con el profesor, avanzan en el problema planteado, en un ambiente que favorezca simultáneamente la implicación afectiva y la racionalidad científica.

Es conveniente remarcar que las orientaciones precedentes no constituyen un algoritmo que pretenda guiar paso a paso la actividad de los alumnos, sino indicaciones genéricas que llaman la atención sobre aspectos esenciales en la construcción de conocimientos científicos que, a menudo, no son suficientemente tenidos en cuenta en la educación científica. Como hemos señalado en otros trabajos (Verdú, Martínez-Torregrosa, y Gil-Pérez, 2001; Verdú, Martínez-Torregrosa, y Osuna, 2002; Verdú, 2004; Gil-Pérez et Al., 2005), se trata, en síntesis, de plantear el aprendizaje de cada tema –y del conjunto de temas que componen un curso, siempre que sea posible- como un trabajo de investigación y de innovación, a través del tratamiento de situaciones problemáticas relevantes para la construcción de conocimientos científicos y el logro de innovaciones tecnológicas susceptibles de satisfacer determinadas necesidades. Ello ha de contemplarse como una actividad abierta y creativa, debidamente orientada por el profesor, que se inspira en el trabajo de científicos y tecnólogos -y, muy en particular, en las grandes preguntas que han orientado dicho trabajo.

¿Qué proceso seguir para elaborar temas con una estructura problematizada?

Pero llegar a concretar las secuencias de actividades como proyectos de investigación guiada que se van a proponer en el aula a los estudiantes, requiere que el equipo de profesores/investigadores que diseña el curso disponga de un conocimiento profundo de la materia a tratar: lo que supone conocer cuáles fueron los problemas que están en el origen de los conocimientos abordados, cómo se ha llegado hasta el conocimiento actual, cuáles fueron las dificultades que hubo que superar, las ideas que permitieron avanzar, el contexto social y los desarrollos tecnológicos y las repercusiones sociales que tuvieron y tienen los estudios en dicho campo, etc. (Gil et Al., 1991).

Pero no basta: la elaboración de la estructura problematizada debe ser abordada –y esto es fundamental- con "intencionalidad didáctica" guiada por una "experiencia práctica docente reflexionada y los hallazgos de la investigación educativa", para que su desarrollo sea útil y factible para los estudiantes implicados. Aún así, las secuencias de actividades elaboradas deben ser consideradas como hipótesis de trabajo que han de ser sometidas a prueba con la práctica reiterada en las aulas, lo que –indudablemente- conducirá a revisiones e, incluso, a profundas reestructuraciones.

¿Cómo orientar las acciones necesarias para que un equipo de profesores/ investigadores elabore la estructura problematizada de un tema o de un conjunto de temas?

Aunque, como ya hemos señalado, el proceso de elaboración no puede caracterizarse por el seguimiento de unas etapas rígidas, es posible formularse una serie de preguntas generales que lo orienten. El cuadro 1 recoge y comenta brevemente algunas preguntas que consideramos básicas para orientar la elaboración de una estructura problematizada.

Nosotros hemos encontrado útil esquematizar dichas orientaciones y preguntas en un gráfico que muestre las tareas básicas a plantearse para establecer la estructura problematizada de un bloque temático y de un tema. El gráfico 1 presenta uno de estos gráficos, en el que se incluyen las preguntas a las que es preciso dar respuesta en el proceso de diseño e intentan representar el proceso de toma de decisiones para elaborar la estructura problematizada de un tema y de un curso o fragmento coherente del mismo.

Dicho plan (la secuencia de actividades concretas que se van a proponer a los alumnos en el aula) y el sistema de evaluación, constituyen la "estructura fina" del tema, y deberán ser considerados como hipótesis de trabajo que es preciso poner aprueba e ir modificando para lograr que con ellos los estudiantes comprendan la relevancia de las problemáticas abordadas, pongan en práctica las estrategias propias de la actividad científica (dentro de lo posible), adquieran significativamente los conocimientos científicos y analicen las implicaciones de los correspondientes desarrollos científico-tecnológicos. Se trata, en suma, de favorece su "inmersión en la cultura científica".

Cuadro 1.-Preguntas que pueden guiar el estudio histórico, epistemológico y didáctico para elaborar la estructura problematizada de un tema

SOBRE EL PROBLEMA ESTRUCTURANTE Y LO QUE SE DEBE PRETENDER CONSEGUIR
¿Qué problemas de interés están en el origen de los conocimientos que han de adquirir los estudiantes?
Esto debe permitir identificar el objetivo clave y posibles problemas "estructurantes".
¿Cuál o cuáles de estos problemas serían más adecuados para iniciar el proceso de investigación?
La selección está orientada por la intención de que sea adecuado para organizar el plan de investigación y la actividad del aula en torno a él, en el curso de que se trate.
SOBRE METAS PARCIALES Y OBSTÁCULOS PREVISIBLES PARA ALCANZARLAS
¿Qué ideas o conocimientos constituyeron pasos necesarios para solucionar los problemas, para alcanzar los objetivos clave? ¿Cuáles fueron los obstáculos más importantes en dicho proceso?
Este estudio debe permitir identificar objetivos más concretos, o metas parciales, y posibles obstáculos asociados –a los que necesariamente habrá que prestar atención para avanzar en el problema-. Se trata de seleccionar aquellos conocimientos que necesariamente deben ser adquiridos para lograr la solución al problema estructurante, de tomar conciencia de las dificultades con que se encontraron equipos de científicos y de las ideas, pruebas, argumentos y contra argumentos, condicionamientos técnicos y sociales, que hicieron posible, u obstaculizaron, el avance, etc.
¿Qué preconcepciones (ideas, razonamientos, actitudes) pueden tener los alumnos sobre los aspectos anteriores que supongan obstáculos para el aprendizaje y que, por tanto, deben ser tomados en consideración?
Es importante tener en cuenta los hallazgos de la investigación didáctica sobre las preconcepciones de los alumnos y la previsible semejanza entre las barreras históricas más importantes y las ideas espontáneas más arraigadas.
SOBRE QUÉ ESTRATEGIA SEGUIR Y CÓMO FAVORECER LA REVISIÓN DE LO AVANZADO
¿Qué estrategia global o plan de trabajo (que se convertirá en el índice o hilo conductor del tema) conviene establecer, implicando en lo posible a los alumnos, para avanzar en la solución a los problemas iniciales?
Es preciso establecer un plan de trabajo ligado intencional y lógicamente al problema planteado, al que poder recurrir ocasionalmente (al menos a la finalización o comienzo de los grandes apartados de la estrategia) para favorecer la orientación de los alumnos: ¿cuál era el problema planteado?, ¿cómo planificamos su tratamiento?, ¿qué hemos avanzado?, ¿qué hemos tenido que superar para llegar hasta aquí?, ¿qué vamos a hacer ahora?...
SOBRE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES CONCRETAS Y EL SISTEMA DE EVALUACIÓN
¿Qué plan concreto de investigación –programa-guía de actividades- proponer a los alumnos para desarrollar la estrategia propuesta? ¿Cómo planificar la evaluación para que se convierta en un instrumento que oriente e impulse la buena marcha de la investigación?

Tras el análisis realizado, es conveniente resaltar la estrecha relación que habrá entre el problema estructurante y el objetivo-clave, por un lado, y entre la estrategia o índice, las metas parciales y las recapitulaciones por otro. Resulta útil pensar en estos elementos como la "estructura gruesa o de paso largo" de la planificación. La secuencia concreta de actividades en cada apartado y el sistema de evaluación (excepto las grandes recapitulaciones) podría considerarse la "estructura fina o de paso corto" de la planificación. Debe resaltarse que el estudio realizado permite generar un itinerario posible de aprendizaje y otro de obstáculos asociados, lo que favorece el diseño adecuado de un itinerario de evaluación, concebida como un instrumento para impulsar y asegurar el avance en el problema tratado, integrado dentro del plan de investigación.

Lógicamente debe abordarse antes la estructura gruesa que la fina, sin que esto signifique que en el proceso real de elaboración deba esperarse a tener una parte perfectamente acabada para poder empezar la otra: un cambio en una decisión sobre la estructura gruesa afecta mucho más que un cambio en la estructura fina.

Gráfico 1.- Estructura básica de un tema dentro de una gran síntesis y preguntas que se plantean para su concreción

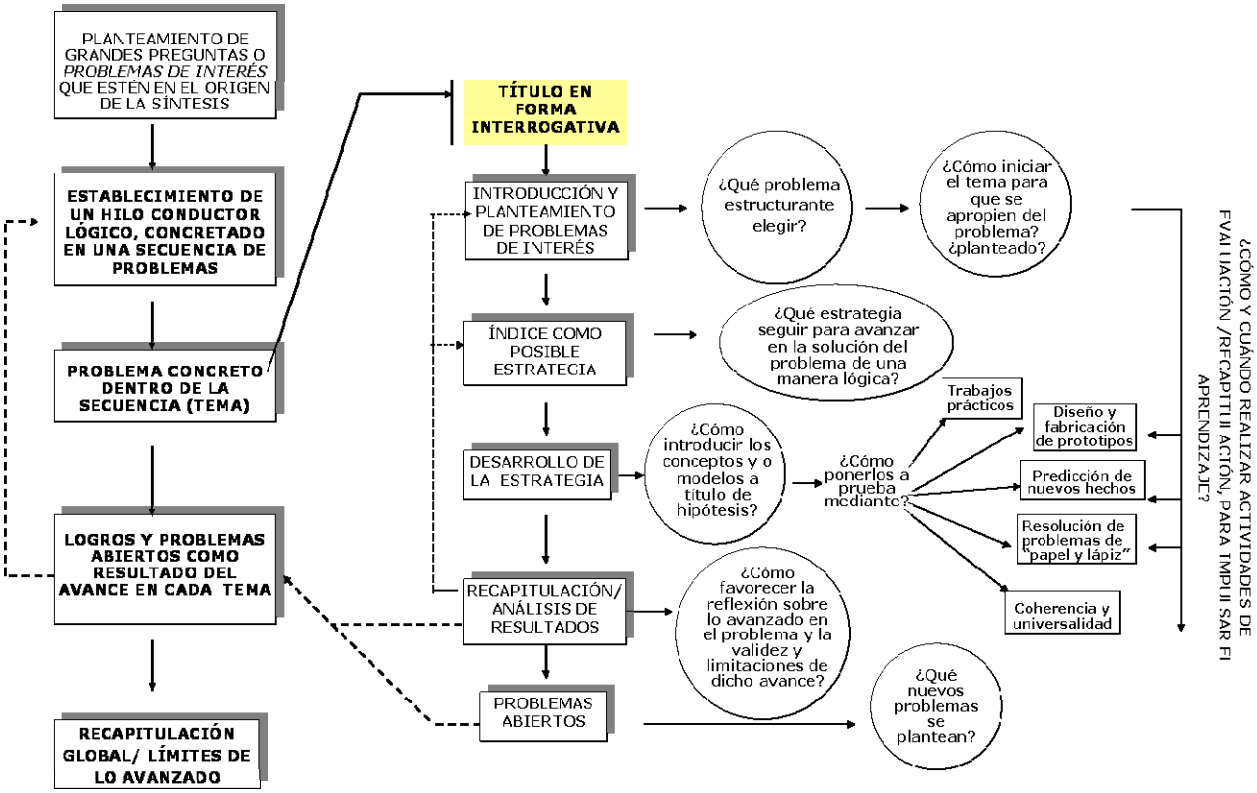
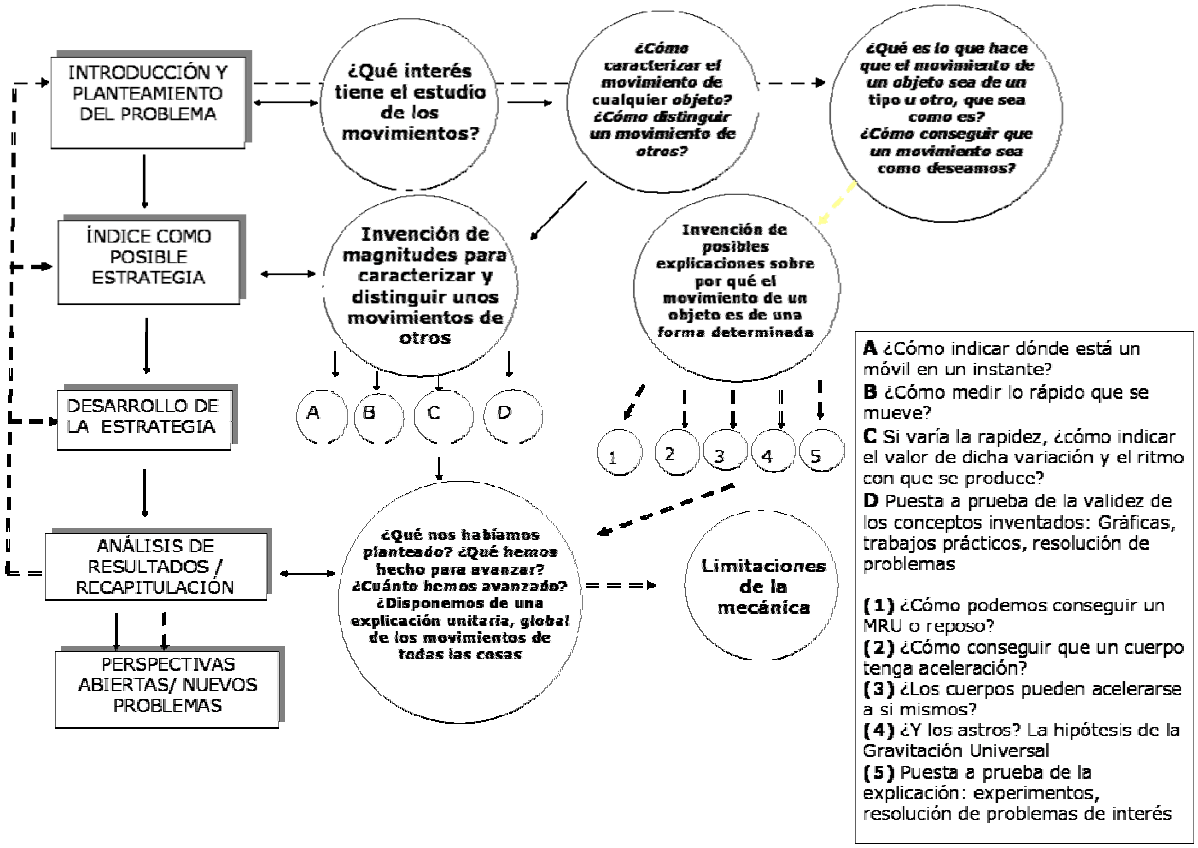


Gráfico 2.- Ejemplo de gráfico de estructura problematizada de una gran síntesis "¿qué hace que los cuerpos se muevan como lo hacen?" (mecánica newtoniana)



Algunos de nosotros hemos encontrado muy útil, para generar secuencias de actividades, y para la orientación de profesores y alumnos, la utilización de un instrumento, como el que muestra el gráfico 2, que hemos denominado "gráfico de estructura problematizada", que constituye una representación de la estructura gruesa de los temas y síntesis (Verdú y Martínez-Torregrosa, 2005; Verdú, Martínez-Torregrosa, y Osuna, 2002; Martínez-Torregrosa, Martínez y Gil-Pérez, 2003). Pero con ayuda del gráfico o sin ella, lo esencial es que el desarrollo de un tema y de todo el curso se aproxime a un proceso de investigación en torno a problemas de interés, lo que debe reflejarse desde el título mismo de los temas, en el carácter creativo de las actividades propuestas y en las posibilidades que brinda a los alumnos de participar en la (re)construcción y sólida apropiación de los conocimientos.

Somos conscientes de que estos gráficos no resultan en si mismo significativos, excepto para quienes han participado en su construcción o pueden conocer con detalle el proceso que se ha seguido. Para tener una idea global de aquello que estamos planteando sería necesario disponer de algunos programas de actividades debidamente comentados para los profesores, nos remitimos, pues, a la referencias indicadas anteriormente o a los materiales elaborados (Martínez -Torregrosa et Al., (1991, 1993, 1995,1998, 1999); López- Gay, (2002); Carrascosa, Martínez y Martínez Torregrosa, (2002)) con estas características.

Hemos de puntualizar, sin embargo, que no se presentan como propuestas a aplicar, sino como ejemplos de lo que es posible hacer, que se han llevado a la práctica en distintos centros con distintos profesores y alumnos y a lo largo de más de una década. Es preciso insistir en que, para que un programa de actividades sea realmente útil para un profesor, éste ha de participar en su diseño o, cuanto menos, ha de proceder a un serio trabajo de apropiación del mismo, con las consiguientes modificaciones que ello comportará. La metáfora del estudiante como "investigador novel" conlleva la del profesor como "investigador experto". No es posible, en definitiva, plantear el aprendizaje como una investigación, si la enseñanza no responde también a esta orientación investigativa, a un trabajo colectivo de investigación e innovación.

Pero si planteamos la estructura de los temas y cursos con esta estructura, ¿produce una mejora en las actitudes de los alumnos hacia las ciencias y su aprendizaje?, ¿acaso no es más exigente que la metodología habitual y, por tanto, genera rechazo?

¿En qué medida la estructura problematizada de temas y cursos favorece el aprendizaje?

Recordemos que nuestra hipótesis de trabajo ha sido que la organización y desarrollo de la enseñanza de la Física y Química con una estructura problematizada, como la descrita anteriormente, tiene un efecto muy positivo sobre el aprendizaje y las actitudes de los estudiantes. ¿Por qué pensamos ésto? En primer lugar porque esta forma de organizar la enseñanza favorece el cambio conceptual, epistemológico y la implicación necesaria para que sea posible simultáneamente ya que la problematización inicial, despierta el interés y favorece la apropiación de lo que se está tratando, el índice y las recapitulaciones, favorece la orientación, la metacognición y la regulación del aprendizaje; por otro lado, los posibles obstáculos, sus ideas y razonamientos espontáneos, han sido tenidos en cuenta al elaborar la "estructura fina", o secuencia concreta de actividades de aprendizaje/evaluación. Además se genera un ambiente hipotético-deductivo en el que todos –profesor y alumnos- están implicados en avanzar en una situación problemática y que favorece la argumentación. Por tanto, parece razonable que los alumnos que han recibido instrucción siguiendo una estructura problematizada como la que hemos descrito, se apropien, dándole sentido, de lo que se está tratando en los temas y en el curso, y muestren actitudes muy positivas hacia la enseñanza recibida

Diseño experimental

Para someter a prueba nuestra hipótesis, hemos utilizado una metodología en la cuál es más lo relevante no es el tamaño de la misma, sino la riqueza del diseño y la variedad de las instrumentos utilizados. No obstante el que la investigación se haya dilatado en el tiempo, más de diez años, ha proporcionado muestras de gran tamaño y gran variedad en el diseño que nos permitirá concretar nuestra hipótesis.

Se han diseñado 18 instrumentos distintos: un metaanálisis (de cuatro trabajos con datos de 784 alumnos experimentales de 7 profesores colaboradores y 635 alumnos de 9 profesores de control) y 17 cuestionarios, para pasar a alumnos experimentales y de control y a los profesores asistentes a cursos de formación. Los 17 cuestionarios se han pasado a lo largo de una década, a 3161 alumnos diferentes (a algunos se les ha pasado más de una prueba) de 41 profesores distintos, de los cuales 2 son los investigadores (N = 487 y N = 410), 6

colaboradores (N = 786) y un total de 33 de control (N = 1478). Todos los profesores han asistido a cursos y actividades de formación y cuando se lo hemos solicitado, nos han permitido entrar en sus clases. Además, en uno de los cuestionarios se ha tomado como control la respuesta de 409 profesores en formación (alumnos del CAP) y 196 profesores. Por último el estudio se ha completado con los datos obtenidos de 184 profesores asistentes a cursos de formación impartidos por los 2 investigadores y 4 colaboradores. En todos los cursos de formación, de distinta duración, impartidos por los investigadores y los colaboradores, los temas desarrollados tenían una estructura problematizada (mecánica, óptica, astronomía, estructura sustancias, mecánica, energía,…).

Es imposible comentar en este trabajo todos los diseños experimentales y los resultados del trabajo realizado. Nos centraremos únicamente en aquellos que tienen una relación directa con las actitudes de los alumnos. Para probar que los alumnos de los profesores investigadores y colaboradores presentaban una mayor apropiación es necesario, previamente, clarificar que entendemos por indicadores de apropiación para operativizar nuestra hipótesis. De una manera resumida lo encontramos en el cuadro 2.

Cuadro 2.- ¿Qué entender por "apropiación"?

Consideraremos que una persona muestra apropiación cuando manifiesta:

- Orientación.
- Conoce qué interés tiene lo que se está haciendo.
- Enmarca su actividad dentro de un objetivo o finalidad, se siente partícipe de un plan y sabe dónde se encuentra.
- Implicación/ motivación.
- Muestra una actitud positiva.
- Tiene sensación personal de "avance", de aprendizaje.
- Recuerdo relevante, con sentido físico.
- Muestra un conocimiento de ideas importantes/ globales cualitativo y coherente.
- Mejor comprensión de los conceptos fisicoquímicos.
- Actitud positiva hacia la enseñanza recibida.
- Valora positivamente la enseñanza recibida.
- Percibe que facilita el aprendizaje.
- Expresa actitudes positivas hacia el aprendizaje de la FQ.

Suponemos, por tanto, que los alumnos presentan actitudes positivas hacia, y generadas por, la forma de enseñanza recibida si valoran positivamente la enseñanza recibida y/o perciben dicha enseñanza facilita el aprendizaje, genera de actitudes positivas hacia el aprendizaje de la Física y Química y relaciona dichas virtudes con la forma de estructurarla.

Para comparar los resultados entre los grupos experimentales y de control, usaremos la t de student y cuando se haga valoración sobre norma hallaremos también el estadístico "tamaño del efecto" (Glass et Al., 1981; Cohen, 1988; Hedges y Olkin, 1985; Casado et al., 1998). El tamaño del efecto nos da un valor de la magnitud del efecto producido por un tratamiento entre dos grupos distintos, nos

indica el número de desviaciones estándar que se separan las medias de ambos grupos (la "ganancia neta" en número de desviaciones estándar). Una interpretación del "tamaño del efecto" la podemos encontrar en la página web (http://www.cem.dur.ac.uk/ebeuk/research/effectsize/ESbrief.htm). En los casos en los que no se incluyen grupos de control, para el cálculo del tamaño del efecto, hemos considerado como el grupo de control el propio grupo antes de recibir la enseñanza (pre-instrucción y post-instrucción).

Obtener evidencias a favor de una hipótesis de este tipo, que afirma la influencia positiva de la forma de estructurar la enseñanza, hemos debido tomar decisiones sobre los factores que vamos a tratar de controlar, la manera de hacerlo, y el tipo de instrumentos a utilizar. En efecto, podemos pensar, lógicamente, que además de la forma de estructurar y desarrollar la enseñanza ("problematizada" u "otras, habitual"), hay otros factores que podrían influir en una mejora de los indicadores de apropiación y actitudes de los alumnos, que hemos tratado de controlar del modo siguiente:

La formación del profesor, que dividiremos en: a) profesores que desarrollan una enseñanza problematizada (grupo experimental) con dos grados de formación (profesores investigadores y colaboradores) y b) profesores que desarrollan una enseñanza habitual que participan con regularidad en actividades de formación (cursos, jornadas, grupos de trabajo) y se han ofrecido voluntariamente a participar en este trabajo. El controlar de este modo la formación, graduando la de los profesores de los grupos experimentales permitirá comparar tanto los resultados globales, según se siga o no una enseñanza problematizada, como ver en qué medida influye la implicación de una mayor formación en la enseñanza problematizada.

El contenido específico de los temas: en principio podría argumentarse que existen temas cuyas características (mayor o menor complejidad; desarrollo matemático; facilidad de conectar con aplicaciones cotidianas, etc.) pueden hacer más difícil generar actitudes positivas que otros temas. Para controlar esta posible influencia, utilizaremos instrumentos en grupos de control y experimentales durante o después del mismo tema o grupo de temas (la Mecánica, por ejemplo) y también trataremos de homogeneizar la influencia del contenido tratado, utilizando instrumentos que permitan obtener evidencia sobre lo que buscamos, en muchos grupos y temas distintos.

Nivel del curso y tipo de centro: al realizar comparaciones con temas de igual contenido, estaremos comparando, también, alumnos del mismo nivel académico. No obstante, además, también homogeneizaremos este factor, escogiendo grupos amplios, con alumnos de distintos niveles tanto en los grupos experimentales como en los de control. Respecto al tipo de centro, hemos tratado de homogenizar su influencia, intentando que los profesores pertenecieran a centros de características distintas. La existencia de cuatro o más profesores en centros distintos, en el grupo experimental y en el de control, permite aproximarse bastante bien, en nuestra opinión, a una homogeneización de esta variable.

Composición de los grupos de alumnos: se tratan de los grupos "naturales" que estaban impartiendo los profesores en sus centros.

Para mostrar en que medida la estructura problematizada mejora las actitudes de los alumnos se han diseñado distintos instrumentos para obtener evidencias sobre las actitudes de los alumnos a partir de su percepción sobre esos indicadores

expresada mediante valoración cuantitativa (respecto a una norma y comparando con la organización habitual de la enseñanza). La característica común de estos instrumentos es que intentan valorar la percepción subjetiva de los alumnos sobre los indicadores de apropiación y sus actitudes hacia la enseñanza y generadas por ella. Hemos recurrido a distintos procedimientos para hacerlo:

Valoración respecto a una norma de proposiciones relacionadas con los indicadores de apropiación y las actitudes: La validez, a efectos de nuestra investigación se basa en la aceptación de que la escala 0 a 10 está arraigada en todos los alumnos españoles, de manera que aunque se pase a grupos independientes o no se le pida al alumno una valoración comparativa, permite una valoración con sentido respecto a una norma. Se compararán estadísticamente los valores dados por los grupos experimentales y de control. Cuando algún instrumento de este tipo se utilice con alumnos experimentales únicamente, analizaremos los valores absolutos asignados a los distintos ítems.

Valoración comparativa respecto a una norma, entre la enseñanza habitual y la instrucción problematizada: En el caso de alumnos que a lo largo de su formación han recibido enseñanza estructurada de formas distintas, pueden valorar comparativamente, en la escala 0 – 10, en qué medida las estructuras distintas influyen en aspectos relacionados con la apropiación y las actitudes.

Los instrumentos utilizados para valorar las actitudes de los alumnos se basan en la expresión de la percepción personal de los alumnos sobre la enseñanza recibida tanto en los experimentales como de en los de control. Pasaremos a comentar alguna de las pruebas realizadas para detectar el cambio en las actitudes de los alumnos.

Percepción de los alumnos de grupos experimentales y de control: Para recoger la valoración de los alumnos al final de la asignatura, según una escala de 0 a 10 sobre todos los indicadores de apropiación y actitudes, hemos elaborado el Cuestionario 1 (C1). Este cuestionario está diseñado para pasarse a alumnos de 4º de ESO y de 1º de Bachillerato de Ciencias (entre 15 y 17 años) de profesores experimentales y de control. Con la misma intención y los mismos criterios se pasa el Cuestionario 2 (C2), al finalizar un mismo tema (la luz y la visión) a los alumnos de 3º ESO. Los cuestionarios se recogen de forma íntegra en el Anexo y en él se señala entre paréntesis, los indicadores de apropiación y de actitudes más relacionados con el ítem, según el cuadro 2.

Percepción de los alumnos de grupos experimentales sobre sus actitudes hacia, y generadas por, la enseñanza problematizada: Como queremos obtener la percepción sobre aspectos expresamente relacionados con la estructura problematizada, y la valoración comparativa (entre enseñanza problematizada y habitual), para los alumnos de grupos experimentales pasaremos distintos cuestionarios para determinar el grado en que la enseñanza problematizada recibida incide en la adquisición de indicadores de apropiación y en la mejora de sus actitudes. En este caso los grupos de control son los propios alumnos experimentales, que tienen como referencia la enseñanza anteriormente recibida. Los siguientes instrumentos, similares a los anteriores, sin embargo, aparecen afirmaciones que inciden en mayor medida en los aspectos genuinos de la estructura problematizada.

Valoración respecto a una norma de la estructura problematizada: El cuestionario 3 (C3) se pasa a alumnos universitarios y de secundaria de los profesores

investigadores; el cuestionario 4 (C4) solo a alumnos de Magisterio de distintas especialidades (no científicas) que participan en la misma asignatura y que tienen distinta formación (COU, Bachillerato de Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales y Humanidades, Ciclos Formativos,…).

Valoración comparativa respecto a una norma, entre la enseñanza habitual y problematizada: Para hacer una valoración comparativa hemos diseñado varios instrumentos. Comentaremos en primer lugar la Cuestión 5 (C5). En ella se pide a los alumnos de grupos experimentales universitarios que seleccionen la asignatura o asignaturas de entre todas las estudiadas ese curso (un máximo de dos entre 10) en las que tienen mayor sensación de aprendizaje, y que digan que características de la enseñanza recibida les ayuda a aprender. Esta es una cuestión donde no se les pregunta directamente sobre la asignatura problematizada, por lo que la elección de la misma y el recuerdo espontáneo de características relacionadas con la estructura problematizada tiene un mayor valor probatorio. Esperamos que la asignatura experimental esté entre las más frecuentemente elegidas y que los que la hayan elegido se refieran a aspectos genuinos de la estructura problematizada. Para valorar la justificación de la elección de nuestra asignatura utilizaremos el estadillo del anexo. Se valora positivamente si hace referencia a algunas de las características genuinas de la forma de estructurar la enseñanza.

El cuestionario 6 (C6) nos permitirá realizar una valoración comparativa entre la estructura problematizada y la habitual. Esta parte del diseño experimental consistirá en obtener de los alumnos de grupos universitarios experimentales, de distintas especialidades pero que cursan la misma asignatura, una valoración comparativa sobre en qué medida creen que la forma de estructurar los temas y la asignatura que acaban de cursar –en comparación con otras- favorece la consecución de aspectos fundamentales del aprendizaje de conocimientos científicos y de los criterios de apropiación.

Para aumentar la relevancia de los resultados de esta valoración, la pasaremos a los alumnos después de que hayan contestado la cuestión abierta (C5). En ese momento, una vez doblada la hoja de respuesta a la cuestión abierta (C5) en la que deben elegir las 2 asignaturas (entre 10) en las que tengan mayor sensación de haber aprendido, ya no podrán escribir, se les entregará el cuestionario C6 de valoración comparativa sobre la influencia de la forma de estructurar la enseñanza. El instrumento formado por C5 y C6 se pasará de tal manera que los alumnos no asociaran la asignatura experimental cuando contestan a C5 y los investigadores no conozcan las respuestas a C5 cuando pasen C6.

Si nuestra hipótesis es cierta, esperamos, que la asignatura cuya instrucción se ha desarrollado de una forma problematizada esté entre las más frecuentemente elegidas en todas las especialidades, y que la valoración comparativa de los alumnos que la han elegido, sea favorable a nuestra hipótesis. Pero, lo que aportaría una evidencia más rotunda a nuestro favor sería que, la valoración comparativa de los alumnos que no han elegido la asignatura entre sus dos "favoritas", también fuera positiva respecto a la influencia de la estructura problematizada para favorecer aspectos esenciales del aprendizaje. Mediremos, pues, las diferencias del grupo que ha elegido la asignatura problematizada y la del grupo que no la haya elegido, esperando que ambas sean favorables para nuestra hipótesis. La parte b del cuestionario nos permite detectar otras consideraciones no contempladas en las cuestiones cerradas.

Pasaremos a presentar y analizar la evidencia obtenida al utilizar estos instrumentos.

Análisis de resultados

Los grupos experimentales muestran una actitud muy positiva hacia la enseñanza recibida. En nuestro trabajo hemos podido mostrar que es posible sistematizar –dentro de lo posible y deseable- la elaboración de estructuras problematizadas de temas y cursos de Física y Química, incorporando las innovaciones y los hallazgos de la investigación didáctica de los últimos años y obtener evidencias que apoyen que dicha forma de estructurar los temas y los cursos produce mejoras sustanciales en el aprendizaje y actitudes de los alumnos y genera expectativas positivas en los profesores.

En otros lugares (Verdú, Martínez-Torregrosa y Gil-Pérez, 2001; Verdú, 2004) hemos presentado evidencias que muestran – a través del análisis de las producciones de los alumnos ante preguntas sobre los contenidos enseñados- que los alumnos experimentales, en comparación con los que han seguido una enseñanza habitual, adquieren un mejor aprendizaje conceptual y se apropian en mayor medida de lo que se está tratando o se ha tratado, durante y al final de temas y de grandes síntesis. En éste analizaremos los efectos sobre las actitudes de los alumnos.

Efecto de la estructura problematizada en la autopercepción de apropiación en los alumnos: Para comparar la autopercepción de los alumnos experimentales y de control se han pasado los cuestionarios C1 y C2, valoración sobre norma, y cuyos resultados presentamos en las tablas 1.C1 y 2.C2 y que podemos analizar en los gráficos 3 y 4, respectivamente.

El cuestionario C1 se ha pasado al final de curso, sin importar el tema que se estaba dando ni el curso (4º de ESO; 1º de BCN) a un total de 159 alumnos experimentales y 422 de control de de 4º ESO y 1º BAC de 34 grupos: 10 grupos experimentales de 6 profesores colaboradores y 24 grupos de control de 17 profesores que participaban en actividades de formación o en asociaciones educativas y que, aceptaron que pasáramos cuestionarios a sus alumnos. En todos los casos se pasaron sin previo aviso y con suficiente tiempo.

Tras calcular la t de Student para diferencias de medias de muestras independientes, en el caso más desfavorable, ítem l), $t = 3{,}38$, lo que implica que las diferencias a favor del grupo experimental es significativa con $\alpha<0{,}001$. Como se observa, los resultados son, en todos los casos, favorables a nuestra hipótesis: los alumnos que son instruidos organizando la enseñanza de temas y cursos según el modelo que hemos propuesto tienen una autopercepción de apropiación mayor que los alumnos de control y, también, actitudes más positivas hacia la Física y Química y su aprendizaje. La consistencia en las respuestas de los alumnos es muy buena, encontrándose valoraciones opuestas en ítems contrarios [b) y l); g) y n); l) y m); f) y h) este último par en grupo experimental, no en el de control].

Es necesario resaltar, no obstante, los aceptables resultados de los grupos de control, lo que apoya algo que ya comentamos anteriormente: la manera en que han sido seleccionados los profesores de control (en actividades de formación) hace que se trate de profesores implicados en la enseñanza. Esto se refleja en los ítems donde las diferencias han sido menores [el c) y el l)] que indican que no se trata de clases transmisivas, en las que los alumnos se limitan a copiar de la pizarra. Esta

situación desfavorable para nuestra hipótesis da más valor a las diferencias significativas obtenidas en todos los apartados.

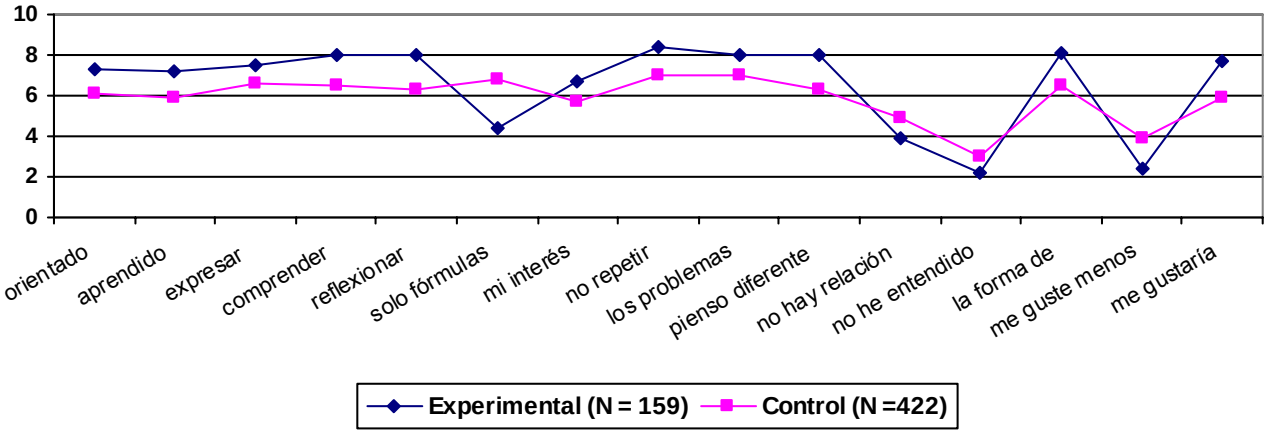
Aunque los resultados se comentan por sí solos, y todos expresan las actitudes de los alumnos, deseamos comentar expresamente los más directamente relacionados con las actitudes hacia el aprendizaje de la Física y Química y la forma de enseñar, una de las mayores preocupaciones actuales en la investigación didáctica (Osborne, Simons y Collins, 2003).

Si bien los valores de la t, no dejan lugar a dudas sobre que las actitudes de los alumnos experimentales son mejores que las de control, podría pensarse razonablemente que la diferencia en la puntuación es poco importante como para ser relevante desde el punto de vista educativo. Para ponderar esta situación, como ya advertimos en el diseño experimental, hemos utilizado el estadístico "tamaño del efecto", que nos indica el número de desviaciones estándar que se separan las medias de ambos grupos que no se ve afectado por el tamaño de las muestras. Con lo anterior se pueden analizar mejor la tabla 1.C1.

Tabla 1.C1.- Percepción de los alumnos sobre indicadores de apropiación y actitudes al final de un curso

"Valora de 0 a 10 tu grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones (0 = nada de acuerdo; 10 = totalmente de acuerdo):"	Exper. N = 159 $\overline{X}$ (S_d)	Control N= 422 $\overline{X}$ (S_d)	t de la diferencia	Tamaño del efecto (TE)
Me he sentido "orientado". (O, A)	7,3 (2,1)	6,1 (3,0)	5,42	0,46
Tengo sensación de haber aprendido "de verdad". (I/M, A)	7,2 (2,3)	5,9 (2,4)	6,00	0,55
Ha habido oportunidades para expresar lo que pensaba. (A)	7,5 (2,0)	6,6 (2,8)	4,30	0,37
Mi comprensión sobre la Naturaleza ha mejorado. (I/M, A)	8,0 (2,0)	6,5 (2,6)	7,39	0,65
Me ha hecho reflexionar sobre ideas que tenía. (I/M, A)	8,0 (2,1)	6,3 (2,6)	8,13	0,72
A la hora de la evaluación, lo que importaba de verdad era saberse bien las fórmulas. (O, I/M, A, en negativo)	4,4 (3,0)	6,8 (2,6)	8,91	0,85
Ha aumentado mi interés por aprender F. y Q. (I/M; A)	6,7 (2,9)	5,7 (2,8)	3,74	0,36
Se ha favorecido la comprensión de verdad. (I/M; A)	8,4 (1,9)	7,0 (2,3)	7,46	0,66
Me he dado cuenta de los problemas que se planteaban los científicos y del modo de avanzar en su solución. (I/M; A)	8,0 (1,7)	7,0 (2,5)	5,51	0,47
Creo que lo que he aprendido ha hecho que piense de un modo diferente que al principio de curso. (I/M)	8,0 (2,3)	6,3 (2,5)	7,75	0,71
No hay una relación razonable entre el esfuerzo que he tenido que hacer y lo que he aprendido. (I/M; A en negativo)	3,9 (2,9)	4,9 (2,9)	3,71	0,34
No he entendido nada "de verdad". (O, I/M; A, en negativo)	2,2 (2,4)	3,0 (2,9)	3,38	0,30
La forma de trabajar y evaluar ha ayudado a que fuéramos avanzando con comprensión. (I/M; A)	8,1 (2,0)	6,5 (2,5)	8,00	0,71
Este curso ha contribuido a que me guste menos la Física y Química. (A, en negativo)	2,4 (3,0)	3,9 (5,4)	4,23	0,34
Me gustaría que la asignatura de Física y Química el próximo curso se desarrollara del mismo modo que éste. (A)	7,7 (3,0)	5,9 (3,4)	6,21	0,56

Gráfico 3: Autopercepción de los alumnos al final de un curso



Podemos afirmar que [fijándonos en el ítem o) "Me gustaría que..."] el alumno medio del grupo experimental (que no contiene alumnos de la investigadora) tiene una actitud positiva hacia la enseñanza recibida que correspondería al 30 % superior del grupo de control. Hemos de tener en cuenta, además, que todas las diferencias –sean grandes o pequeñas- son favorables al grupo experimental, de modo que son menores las actitudes negativas (por ejemplo "Este curso ha contribuido a que me guste menos la Física y Química", que recibe una valoración de 2,4, tamaño del efecto 0,34) y mayores las actitudes positivas (por ejemplo: "Ha aumentado mi interés por aprender Física y Química", con una valoración de 6,7 y un tamaño del efecto de 0,36).

La diferencia, pues, entre las valoraciones otorgadas a ítems contrapuestos son mucho mayores en el grupo experimental, manifestando un efecto claro y consistente.

Una atención especial merece la valoración recibida por una proposición relacionada con la percepción de dificultad [ítem l) "No hay una relación razonable entre el esfuerzo que he tenido que hacer y lo que he aprendido"], los alumnos experimentales se muestran "poco de acuerdo", con diferencias estadísticamente significativas respecto al grupo de control, que se muestra "neutro". Algunas de las críticas que se han planteado a la metodología propuesta es que suponía "un mayor grado de dificultad para los alumnos", a la luz de los resultados obtenidos, no sólo no puede mantenerse dicha crítica, sino que los alumnos tratados ven mucho más razonable la relación entre su esfuerzo y lo que han aprendido que los de la enseñanza habitual.

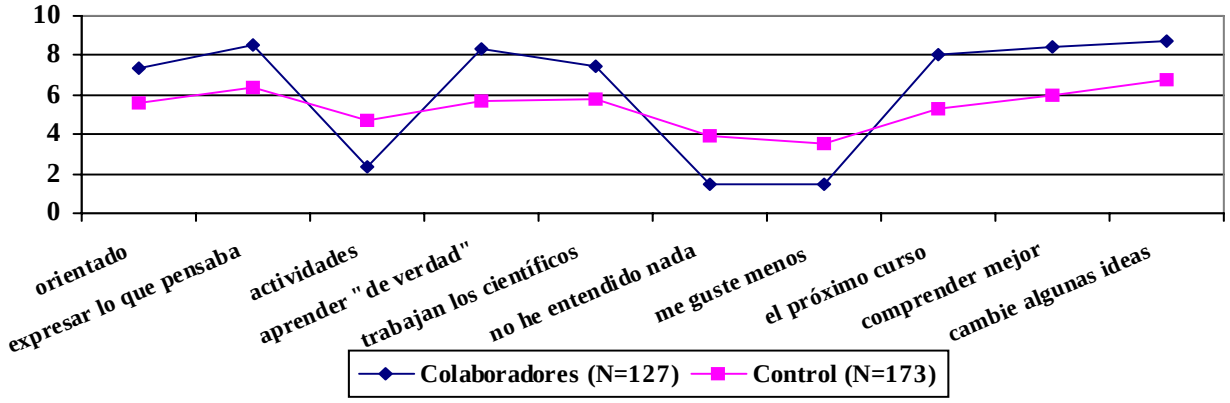
El C2, similar al anterior, se ha pasado a alumnos de un mismo curso (3º de ESO) después de tratar el mismo tema (sobre la luz y la visión), a 8 grupos de tres profesores colaboradores y 9 grupos de dos profesores de control. En este caso, los profesores de control habían realizado un curso de formación sobre dicho tema y su enseñanza un año antes de pasar el cuestionario, pero no seguían una estructura problematizada en su instrucción. Como vemos en la tabla 2.C2 las diferencias son significativas a favor del grupo experimental con $\alpha<0{,}001$, en todos los casos. Además, ambos grupos de alumnos estaban "bastante de acuerdo" (8,5 y 6,4) en que "a lo largo del tema habían tenido oportunidades para expresar lo que pensaban y resolver sus dudas" y los profesores de control no generaban rechazo hacia la asignatura (ítem g) (1,5 y 3,5 respectivamente). Los grupos de control

reciben, por tanto, una enseñanza participativa, que no les genera rechazo alguno, por profesores implicados en actividades de formación. Todo ello da más valor a las diferencias encontradas.

Tabla 2.C2.- Influencia de la estructura de la enseñanza en la percepción de apropiación y actitudes, de alumnos de 3º de ESO, después de un mismo tema

Valora de 0 a 10 tu grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones (0 = nada de acuerdo; 10 = totalmente de acuerdo)	Colabor. N =127 M (Sd)	Control N =173 M (Sd)	t dif.	TE
El índice del tema y su desarrollo me ha permitido sentirme orientado, saber lo que estaba haciendo en todo momento y para qué lo hacía (O).	7,4 (2,1)	5,6 (2,9)	6,24	0,71
A lo largo del tema he tenido oportunidades de expresar lo que pensaba sobre lo que estábamos tratando y resolver mis dudas (A).	8,5 (2,1)	6,4 (2,8)	7,42	0,85
Tengo la sensación de que iba haciendo actividades, una tras otra, sin saber muy bien por qué las hacía (O y I/M en negativo).	2,4 (2,9)	4,7 (3,5)	6,21	0,72
La organización del tema sobre luz y visión me ha permitido aprender "de verdad" y no a repetir cosas de memoria (I/M).	8,3 (1,9)	5,7 (3,0)	9,17	1,04
La organización del tema me ha permitido darme cuenta sobre cómo trabajan los científicos y avanzar en la elaboración de teorías (I/M; A).	7,5 (2,2)	5,8 (2,9)	5,77	0,66
Lo que hemos tratado es muy difícil, creo que no he entendido nada "de verdad" (O, I/M; A, en negativo).	1,5 (2,6)	3,9 (3,5)	6,81	0,78
Esta forma de organizar la enseñanza ha contribuido a que me guste menos la asignatura (A en negativo).	1,5 (2,6)	3,5 (3,4)	5,20	0,59
Si el curso próximo eligiera la asignatura de FQ, me gustaría que los temas se organizaran como éste" (A).	8,0 (2,6)	5,3 (3,4)	7,79	0,89
Lo que hemos tratado no es fácil, pero la forma de trabajar y evaluar me ha ayudado a comprender mejor los conceptos (la luz y la visión) (I/M; A).	8,4 (2,1)	6,0 (2,9)	8,31	0,95
Creo que lo aprendido en este tema ha hecho que cambie algunas de las ideas que tenía (sobre la luz y la visión) (I/M).	8,7 (2,1)	6,8 (2,8)	6,72	0,77

Gráfico 4: Autopercepción al final de un tema



Debe resaltarse la consistencia en las respuestas a los ítems opuestos [a) y c); f) e i); g) y h)] del grupo experimental, con unas diferencias en las puntuaciones mucho más amplias que las que se encuentran en el grupo de control, con las valoraciones negativas siempre por debajo de 3 y las positivas por encima de 7. Esto manifiesta unas percepciones y actitudes más claramente definidas que en el grupo de control.

Estas percepciones y actitudes son, además, más positivas en el grupo experimental de los profesores colaboradores que en los de control. Así, se encuentran más orientados [ítems a) y c)] y tienen mayor sensación de aprendizaje [ítems d), f) y j)] que los de control. En concreto, el alumno medio del grupo que ha sido instruido con una enseñanza problematizada se muestra tan poco de acuerdo con "haber estado haciendo actividades una tras otra sin saber muy bien por qué las hacía" como el 33 % mejor del grupo de control [ítem c)] y tiene una sensación de "haber aprendido de verdad" [ítem d)] como la que tiene el 14 % superior del grupo de control.

Respecto a la percepción de dificultad, algo muy importante en 3º de ESO, el alumno experimental medio se encuentra tan poco de acuerdo con el ítem f) ("lo que hemos tratado es muy difícil, creo que no he entendido nada de verdad") como lo está el 24 % mejor del grupo de control; y tan de acuerdo con "lo que hemos tratado no es fácil, pero la forma de trabajar y evaluar me ha ayudado a comprender mejor los conceptos", como el 16 % superior del grupo de control.

Hemos dicho que, felizmente, ninguna de las formas de enseñar de los profesores genera rechazo hacia la asignatura, pero no ocurre lo mismo con el entusiasmo. Así, las diferencias son significativas en el ítem h) (α<0,001): al alumno medio del grupo experimental le gustaría que, en el curso siguiente, la enseñanza de los temas fuera igual que la que ha recibido, en la misma medida que al 17 % superior del grupo de control.

En definitiva, podemos afirmar que la auto-percepción de apropiación y las actitudes hacia la asignatura, medida mediante valoración respecto a norma, sin comparar con experiencias pasadas, es mucho mejor en los alumnos que han recibido instrucción problematizada, independientemente del tema y curso en que se ha realizado el estudio. En particular, los alumnos de 3º de ESO tratados tienen una mayor sensación de orientación y aprendizaje, y actitudes más positivas hacia la asignatura que los no tratados.

Resultados sobre la percepción de apropiación y actitudes obtenidos con instrumentos para grupos de alumnos que han recibido una enseñanza problematizada: Como avanzamos en el diseño experimental hemos pasado cuestionarios confeccionados sólo para grupos experimentales. En primer lugar presentaremos las valoraciones, no comparativas obtenidas con los cuestionarios C3 y C4.

El C3 se ha pasado grupos de los investigadores, a tres grupos de secundaria (4º de ESO, 1º de Bachillerato de Ciencias) y a un grupo numeroso (más de 70 estudiantes) de estudiantes de Magisterio de la asignatura "Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica". Se ha pasado al final del curso, de una manera individual y anónima, formando parte de un conjunto más amplio de preguntas (las afirmaciones que se presentan en la tabla no estaban en orden sucesivo) que, por supuesto, se impartieron con una estructura problematizada como la propuesta. Simplemente resaltar la actitud positiva hacia la enseñanza recibida de, en el caso de secundaria, todos los alumnos que estudiaban Física y Química en la ciudad. En el caso de los alumnos universitarios cabe resaltar que se trataba de una clase que, en ese momento, tenía 81 alumnos. Es necesario resaltar la reiteración de valoraciones elevadas y la escasa dispersión de las mismas (lo que indica que no genera rechazos extremos, pero sí actitudes positivas extremas), a pesar de que la formación de los alumnos es, mayoritariamente "de letras", y que están Tabla 3.C3 cursando especialidades muy alejadas de una "orientación científica". Los resultados se recogen en la

La consistencia de la percepción positiva hacia la enseñanza problematizada de los alumnos universitarios –futuros profesores de enseñanza primaria- ha sido puesta a prueba con el cuestionario C4, que se ha pasado durante cuatro cursos académicos, entre 1996 y 2001, al final de la asignatura cuatrimestral "Conocimiento del Medio Natural" que se impartió con una estructura de problema como la propuesta, en la Universidad de Alicante. Dicha asignatura se imparte en las especialidades de "Lengua Extranjera" y "Educación Musical", y las clases suelen ser habitualmente muy numerosas. A pesar de ello, los temas tratados se desarrollaron mediante programas-guía de actividades estructuradas a partir del tratamiento de situaciones problemáticas de interés. Los resultados obtenidos a lo largo de cuatro años se muestran en la tabla 4.C4.

El tipo de muestras con las que se han obtenido los resultados de C3 y C4 –todos los alumnos de una ciudad; todos los alumnos que cursaban especialidades no científicas, con formación muy heterogénea, y en clases muy numerosas- son un claro apoyo a que cuando la enseñanza de las ciencias se organiza con una estructura problematizada, favorece, en mayor medida que otras formas de organización, el aprendizaje y las actitudes positivas de los alumnos, independientemente del tema o nivel educativo en que se encuentren.

Tabla 3.C3.- Percepción de los alumnos experimentales de la influencia de la estructura problematizada en su aprendizaje

Grado de acuerdo (de 0 a 10) con la afirmación de que la estructura problematizada de los temas y el curso:	Profesores investigadores		
	Magisterio N =81 $\overline{X}$ (S_d)	Secundaria N =55 $\overline{X}$ (S_d)	Total N =136 $\overline{X}$ (S_d)
Contribuye a la implicación de los alumnos haciendo que aprendan "de verdad" (I/M).	8,1 (1,7)	8,1 (1,4)	8,1 (1,6)
Ha favorecido que me diera cuenta de si comprendía "de verdad" cuando estudiaba, pues podía valorar si había avanzado o no en lo que se pretendía. (I/M, O).	7,4 (1,7)	8,0 (1,3)	7,6 (1,6)
La estructura problematizada de los temas y el curso ha hecho que estuviera "orientado", que supiera qué estaba haciendo, por qué y para qué (O).	8,0 (1,6)	8,0 (1,5)	8,0 (1,6)
No me daba cuenta de la "estructura", realmente la sensación que he tenido es la de "hacer actividades", una tras otra (O).	3,2 (2,8)	3,0 (2,6)	3,1 (2,7)
Han existido las oportunidades para que se pueda aprender significativamente(I/M, A)	7,6 (2,0)	8,6 (1,3)	8,0 (1,8)
Independientemente del examen, tengo sensación personal de "avance" de haber aprendido "de verdad" (A).	8,0 (1,7)	8,7 (1,4)	8,3 (1,6)

Tabla 4.C4.- Consistencia en la percepción de los alumnos sobre la influencia de la estructura problematizada en su aprendizaje

Valora de 0 a 10 tu grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones (0 = nada de acuerdo; 10 = totalmente de acuerdo)	1996/97 N = 59 $\overline{X}$ (S_d)	1997/98 N = 81 $\overline{X}$ (S_d)	1998/99 N = 61 $\overline{X}$ (S_d)	2000/01 N = 81 $\overline{X}$ (S_d)
La organización del curso y los temas como problemas contribuye a la implicación de los alumnos, haciendo que se aprenda "de verdad" (I/M, A).	8,4 (1,1)	8,5 (1,2)	8,3 (1,2)	8,0 (1,6)
La metodología empleada ha sido coherente con lo desarrollado sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (I/M, A).	8,0 (1,3)	8,1 (1,2)	8,3 (1,2)	7,7 (1,8)
Han existido oportunidades adecuadas para que se pueda aprender significativamente (I/M, A).	7,9 (1,4)	7,9 (1,3)	8,2 (1,2)	7,6 (2,0)
Tengo sensación personal de "avance", de haber aprendido "de verdad" (A).	7,9 (1,2)	7,9 (1,5)	8,4 (1,2)	7,9 (1,7)
Lo tratado en esta asignatura es importante para la formación inicial de un maestro de primaria.	8,6 (1,2)	8,7 (1,2)	8,6 (1,0)	7,7 (2,2)
El cuaderno de trabajo es útil para aprender (debe mantenerse).	8,9 (1,1)	9,0 (1,0)	9,0 (1,1)	9,1 (1,2)
Las recapitulaciones problematizadas ayudan a estudiar y aprender (debe mantenerse) (I/M; A).	8,4 (1,7)	8,0 (2,0)	8, 7 (1,3)	8,3 (2,2)

Esta afirmación recibe más apoyo cuando los propios alumnos tienen la oportunidad de valorar comparativamente con la enseñanza habitual. Éste era el objetivo de los instrumentos C5 ("elección de la asignatura con mayor sensación de aprendizaje y características de la misma") y C6 (valoración comparativa entre la enseñanza problematizada y la habitual, por alumnos tratados). Recordemos que en el C5 los alumnos no podían asociar el enunciado con la asignatura experimental o con el profesor investigador y, una vez contestada, cuando se les pedía la valoración comparativa, C6, el profesor no sabía las asignaturas que habían elegido.

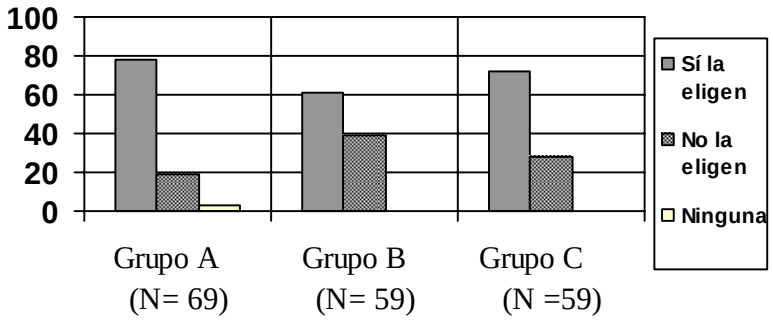
Esta cuestión se pasó en tres grupos de estudiantes universitarios de Magisterio (1 grupo de 1º de la especialidad de Enseñanza Primaria, 1 grupo de 2º de la especialidad de Lengua extranjera y a 1 grupo de 3º de la especialidad de Educación Musical) de las asignaturas "Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica" y "Conocimiento del Medio Natural", que se desarrollaron con una estructura problematizada como la propuesta. Se pasó al final del cuatrimestre (en febrero), en la época en que se realizan las evaluaciones institucionales de las asignaturas. La persona que les presentó el cuestionario se hizo pasar por uno de los numerosos evaluadores que en dichas fechas entran en las clases. Una vez contestada se les pidió que doblaran la hoja y no escribieran más en ella y se les entregó el cuestionario para la valoración comparativa C6. Los resultados de la elección de asignaturas se recogen en la Tabla 5.C5

Como vemos, el 70 % de los alumnos de tres grupos de especialidades distintas eligen nuestra asignatura como una de las dos en las que tienen mayor sensación de haber aprendido "de verdad" ", y todos perciben que dicha forma de organizar la enseñanza favorece en mucha mayor medida que otras la implicación, orientación, evaluación con sentido, el aprendizaje rico y estructurado y la familiarización con el trabajo científico (con $\alpha<0,001$ en todos los casos y TE habitualmente mayores que 2). Teniendo en cuenta que se trata de alumnos con una formación muy variada y de especialidades muy alejadas de lo que supondría "una vocación científica", las actitudes generadas por la asignatura no pueden ser mejores. Para valorar este resultado en su justo término, podemos añadir que más de la cuarta parte de los alumnos sólo elige nuestra asignatura, y que la siguiente asignatura más elegida, lo ha sido por el 18,5 % de los alumnos, y dos tercios de éstos también eligieron nuestra asignatura.

Tabla 5.C5.- Elección de asignaturas en las que tienen mayor sensación de aprendizaje

Elección de las 2 asignaturas en las que tienen mayor sensación de haber aprendido de verdad (entre más de 10)	Profesor investigador (Magisterio, 3 especialidades distintas)			
	Grupo A N = 69 % (Sd)	Grupo B N = 59 % (Sd)	Grupo C N = 59 % (Sd)	T Exper. N =187 % (Sd)
% de alumnos que eligen la asignatura estructurada como problema	78,3 (4,9)	60,6 (5,1)	71,7 (5,8)	70,5 (3,3)
Solo esta asignatura	37,7 (5,8)	36,1 (6,1)	3,3 (2,8)	26,3 (3,2)
Junto con otra asignatura	40,6 (5,9)	24,6 (5,5)	68,4 (6,0)	44,2 (3,6)
% que no la eligen	18,8 (4,7)	39,4 (5,1)	28,3 (5,8)	28,4 (3,3)
% que no eligen ninguna asignatura	2,9 (1,6)	0,0 (-)	0,0 (-)	1,1 (0,8)
Han elegido la asignatura con estructura problematizada:				N = 132 (%) (Sd)
Fracción de alumnos que se refieren a características directamente relacionadas con la estructura problematizada como causas de dicha elección				55,3 (4,3)

Gráfico 5: % alumnos que eligen la asignatura con mayor sensación de aprendizaje (máximo de dos entre 10)



Al analizar las respuestas a la cuestión abierta sobre qué características de las asignaturas elegidas han contribuido a favorecer el aprendizaje, con el estadillo presentado, el 55 % de los alumnos que perciben nuestra asignatura como una de las dos en las que tienen mayor sensación de aprendizaje, consideran expresamente, pues, a la forma de organizar la enseñanza en torno a problemas como causa de

dicho aprendizaje (existencia de un problema, estrategia que daba sentido a lo que se hacía: orientación, recapitulaciones problematizadas,...). No hemos contabilizado los alumnos que se refieren únicamente a aspectos que no son exclusivos de la estructuración como problema (como trabajo en grupos; hacer y discutir actividades en clase, por ejemplo).

El valor estadístico de este porcentaje en una pregunta abierta es difícil de establecer aisladamente, pero puede ser contextualizado al comparar con los resultados de los mismos alumnos cuando, después de contestar la cuestión abierta, se les pregunta muy directamente sobre lo mismo. Esto es lo que se hizo al pasar la valoración comparativa, C6, inmediatamente después de C5. Los resultados se muestran en la tabla 6.C6(a). Es necesario resaltar la reiteración de las diferencias a favor de nuestra hipótesis en los tres grupos de alumnos universitarios de especialidades diferentes. Como se muestra en la tabla 6.C6(a) las diferencias en el tamaño del efecto son también muy grandes. En el peor de los casos, en el aspecto de orientación del grupo B (especialidad de Lengua Extranjera), la valoración media que recibe la estructura problematizada se separa en 1'1 desviaciones estándar de la valoración media que recibe la estructura habitual.

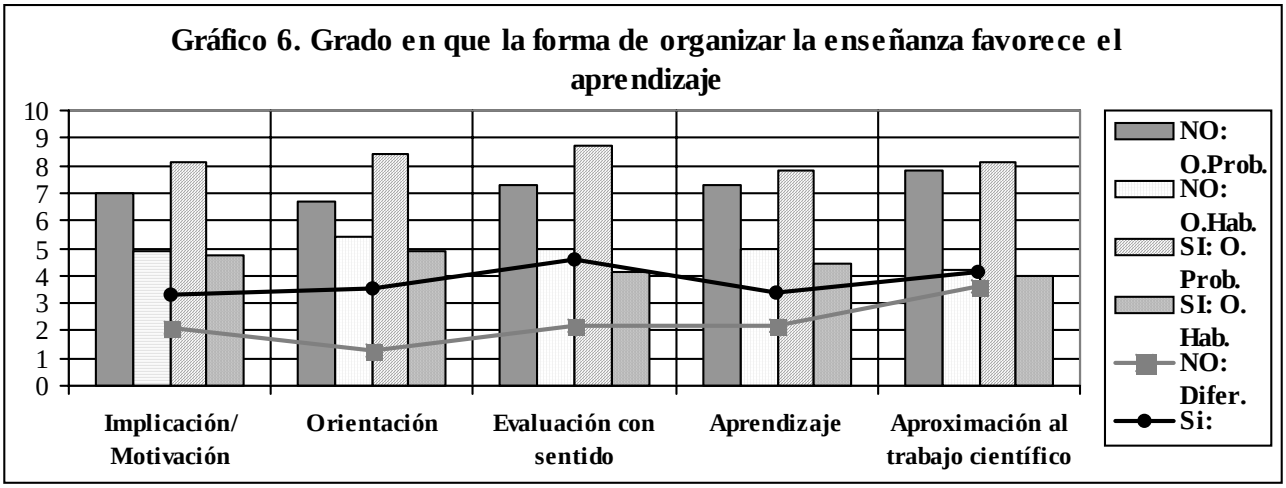
Tabla 6.C6(a).- Percepción de los alumnos experimentales de la medida en que la estructura problematizada ayuda a aprender

Valora de 0 a 10 en qué medida la forma de estructurar la enseñanza favorece los siguientes aspectos:	Grupo A (*) N = 69			Grupo B (*) N = 59			Grupo C (*) N= 59		
	E. P. $\bar{x}(S_d)$	E. H. $\bar{x}(S_d)$	TE	E. P. $\bar{x}(S_d)$	E. H. $\bar{x}(S_d)$	TE	E. P. $\bar{x}(S_d)$	E. H. $\bar{x}(S_d)$	TE
Implicación e interés de los alumnos	7,8 (1,6)	4,5 (1,5)	2,2	7,6 (1,3)	4,9 (1,2)	2,2	8,0 (0,9)	4,4 (1,3)	3,2
Orientación	8,2 (1,5)	4,4 (1,6)	2,4	7,4 (1,9)	5,4 (1,6)	1,1	8,2 (1,1)	4,7 (1,9)	2,3
Evaluación "con sentido"	7,9 (1,6)	3,9 (1,9)	2,3	7,7 (1,6)	4,5 (1,6)	1,4	8,4 (1,1)	4,7 (1,5)	2,8
El aprendizaje de conocimientos	7,7 (1,6)	4,7 (1,7)	1,8	7,6 (1,2)	4,9 (1,3)	2,1	8,4 (1,2)	5,1 (1,3)	2,5
La aproximación al conocimiento científico	8,1 (1,7)	4,0 (2,2)	2,1	8,0 (1,3)	4,1 (1,9)	2,4	8,2 (1,3)	4,6 (1,5)	2,5

No obstante, para saber cómo percibían la organización como problema aquellos que no habían elegido la asignatura experimental, hemos realizado un estudio separando las valoraciones comparativas dadas por estos alumnos y por los que sí la han elegido, uniendo los grupos B y C. Los resultados se muestran en la tabla 6.C6 (b).

Tabla 6. C6 (b).- Comparación entre valoraciones dadas por los alumnos que NO/ SÍ han elegido la asignatura con estructura problematizada entre las dos en que tienen mayor sensación de aprendizaje (Grupos B y C)

Valora de 0 a 10	Alumnos que NO la han elegido (N = 39)				Alumnos que SÍ la han elegido (N = 79)			
	E. P.	E.H.	Dif. (*)	(TE)	E. P.	E.H.	Dif. (*)	(TE)
Implicación e interés de los alumnos	7,0 (1,8)	4,9 (0,9)	2,1 (2,2)	1,5	8,1 (1,0)	4,7 (1,4)	3,3 (0,9)	2,8
Orientación	6,7 (1,9)	5,4 (2,4)	1,3 (2,4)	0,6	8,4 (0,9)	4,9 (1,7)	3,5 (2,0)	2,6
Evaluación "con sentido"	7,3 (1,2)	5,0 (0,9)	2,2 (1,6)	2,2	8,7 (1,3)	4,1 (1,7)	4,6 (2,3)	3,0
El aprendizaje de conccimientos	7,3 (1,2)	5,0 (1,0)	2,2 (1,6)	2,2	7,8 (1,1)	4,4 (1,0)	3,4 (1,7)	3,4
Aproximación a conocimientos científicos	7,8 (1,5)	4,2 (1,9)	3,6 (1,9)	2,4	8,1 (1,0)	4,0 (1,7)	4,1 (2,6)	2,9



Las diferencias a favor de la estructura problematizada son significativas a nivel estadístico (con α<0,01) incluso en aquellos alumnos que no la han seleccionado entre las dos en las que tienen mayor sensación de aprendizaje! Eso significa que perciben que dicha forma de organizar la enseñanza es mejor que otras, aunque dada su formación y especialidad (se trata de futuros profesores de Lengua Extranjera y de Educación Musical de Enseñanza Primaria), es en otras asignaturas –muy variadas y alejadas de la formación científica- donde tienen mayor sensación de aprendizaje. En todo caso, los resultados muestran que, aún así, no genera rechazo sino al contrario: es valorada mucho mejor que otras formas de organizar la enseñanza.

Podemos afirmar que todos los alumnos universitarios que pueden comparar distintas formas de organizar la enseñanza ("problematizada" versus "habitual,

otras”) valoran en un grado mucho mayor que la estructura como problema les ayuda a aprender.

Conclusiones sobre los efectos de la enseñanza problematizada en las actitudes de los alumnos

La larga duración, la enorme variedad de instrumentos analizados y la homogeneización de variables conseguida (2 investigadores; 7 profesores colaboradores y 33 de control; alumnos de todos los cursos; distintos tipos de centro; temas diferentes;...), permiten aportar evidencia abrumadora sobre los efectos positivos de organizar la enseñanza de la Física y la Química con una estructura problematizada como la que hemos propuesto.

El efecto de la estructura de los temas en la apropiación en los alumnos, obtenido de las expectativas que genera esta forma de organizar la enseñanza, nos permiten afirmar que los alumnos experimentales adquieren expectativas positivas significativamente superiores a los alumnos de control.

La valoración al final del curso, sobre norma de los distintos ítems, sobre indicadores de apropiación, son superiores a 7 en los alumnos experimentales en las afirmaciones a favor de la hipótesis, con diferencias significativas respecto a los de control y con tamaños del efecto superiores a 0,3.

La valoración al final de un mismo tema, óptica, la percepción de los indicadores de apropiación y actitudes, sobre las afirmaciones realizadas por nosotros, es superior a 7 en los alumnos experimentales, en todos los ítems a favor de la hipótesis, y por debajo de 3 en las afirmaciones en contra, con diferencias significativas ($\alpha<0,001$) respecto a los alumnos de control, con tamaños del efecto superiores a 0,59.

Los resultados sobre la percepción de indicadores de apropiación y actitudes de los alumnos experimentales, de los profesores investigadores, nos permiten afirmar que:

Valoran muy positivamente esta enseñanza, sobre norma, por encima de 7 en los ítems relacionados con la propuesta realizada.

Un 70 % de los alumnos de Magisterio eligen esta asignatura (con una estructurada como problema) entre diez, como una de las dos en las que más sensación tienen de haber aprendido de verdad, es más, un 26 % de los estudiantes solo eligen esta. Al argumentar su decisión, un 55 % se refiere espontáneamente a características genuinas de la estructura problematizada.

Cuando valoran comparativamente en qué medida la forma de estructurar la enseñanza, habitual y la problematizada, favorece distintos indicadores, las valoraciones son mejores para la enseñanza con una estructura problematizada (mayor de 7) frente a la habitual (entre 4 y 5), con un tamaño del efecto, en el más desfavorable de los casos, mayor de 1. Estas diferencias se dan incluso en los casos de los alumnos que no han elegido la asignatura como la que tienen más sensación de haber aprendido tienen.

Podemos concluir, por tanto, que los alumnos que han recibido instrucción siguiendo una estructura problematizada como la que hemos descrito muestran actitudes muy positivas hacia la enseñanza recibida. Los resultados permiten afirmar (Verdú y Martínez-Torregrosa, 2005) que ¡es posible despertar y aumentar el interés por la cultura científica! ¡organizar la enseñanza a partir del tratamiento de problemas de

interés, según la estructura propuesta, produce enormes DIFERENCIAS FRENTE A LA ENSEÑANZA HABITUAL!

Bibliografía

ARONS, A B. (1988). Historical and philosophical perspectives attainable in introductory physics courses. Educational Philosophy and Theory, 20 (2), 13 – 23.

DUSCHL, R. A. Y GITOMER, D. H., (1991), Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice. Journal of Research in Science Teaching, 28(9), 839-858.

CASADO A., PRIETO L., y ALONSO J., (1998). El tamaño del efecto de la diferencia entre dos medias: ¿estadísticamente significativo o clínicamente relevante? http://www.atheneum.doyma.es/Socios/sala_l/lec05est.htm.

Carrascosa, Martínez y Martínez Torregrosa

COHEN J. (1988). Statistical power analysis for behavioral sciences. Nueva York, NY: Academic Press.

FURIÓ C y GIL D, (1978). El programa-guía: una propuesta para la renovación de la didáctica de la Física y Química. (ICE de la Universidad de Valencia).

GIL-PÉREZ, D., (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 1(1) 26-33

GIL-PÉREZ, D., (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. Enseñanza de las Ciencias. 5, 111-121.

GIL-PÉREZ, D., (1993). Contribución de la Historia y la Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/ aprendizaje como investigación, Enseñanza de las Ciencias, 11(2) 197-212.

GIL, D. Y CARRASCOSA, J., (1985), La "metodología de la superficialidad" y el aprendizaje de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias. Vol. 2, 113-120.

GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C. Y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991) La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria, Colección Cuadernos de Educación, nº 5 (ICE/HORSORI: Barcelona)

GIL-PÉREZ, D.; FURIÓ, C.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; GUISASOLA, J.; GONZÁLEZ, E. DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M. y PESSOA, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? Enseñanza de las Ciencias, 17(2), 311-320.

GIL-PÉREZ, D. MACEDO, B., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P. Y VILCHES, A. (Eds). 2005, ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años, Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible. UNESCO- OREALC, del que se puede disponer gratuitamente en la página http://www.oei.es/decada/libro.htm

GLASS, G.V., MCGRAW, B. y SMITH, M. L., (1981). Meta-Analysis in Social Research. New York: Academic Press.

HEDGES L. y OLKIN I., (1985). Statistical Methods for Meta-Analysis New York Academic Press.

HODSON D, (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education, International Journal of Science Education, 14(5), 541-566.

LOPEZ-GAY, R. (2002). La introducción y utilización del concepto de diferencial en la enseñanza de la Física: análisis de la situación actual y propuesta para su mejora. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Madrid.

MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GIL D., Y MARTÍNEZ SEBASTIÀ, B., (2003). La Universidad como nivel privilegiado para un aprendizaje como investigación orientada, en MONEREO, C. y POZO, J. I. (eds.) La Universidad ante la nueva cultura educativa (Síntesis: Madrid).

MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., VERDÚ, R., ALONSO, M., CARBONELL, F. CARRASCOSA, J. DOMENECH, J. L., DOMENECH, A., OSUNA, L., SENDRA, F., (1991 y 1993). La búsqueda de la Unidad en la Naturaleza. Ciencias de la Naturaleza. 2º curso Enseñanza Secundaria Obligatoria. Libro del profesor y el alumno. Valencia: Generalitat Valenciana. Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia.

MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., DOMÉNECH, J. L. y VERDÚ, R., (1993). Del derribo de ideas al levantamiento de puentes: la epistemología de la ciencia como criterio organizador de la enseñanza en las Ciencias/ Física y Química, Qurriculum, nº 6 & 7, (extra sobre enseñanza de las Ciencias), 67-89.

MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., VERDÚ, R., ALONSO, M., CARBONELL, F. CARRASCOSA, J. DOMENECH, J. L., DOMENECH, A., OSUNA, L., SENDRA, F., (1995). La búsqueda de la unidad. (El movimiento de todas las cosas).Física 15/16 Libro del profesor y libro del alumno. Alicante: Aguaclara.

MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., VERDÚ, R., ALONSO, M., CARBONELL, F. CARRASCOSA, J. DOMENECH, J. L., DOMENECH, A., OSUNA, L., SENDRA, F., (1998). La búsqueda de la unidad La estructura de todas las cosas. Aguaclara: Alicante. www.Físicabasica.net

MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; OSUNA, L. Y VERDÚ, R. (1999). La luz y la visión en la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Educación Abierta. Aspectos didácticos de Física y Química, nº 8, 69-101. Zaragoza: ICE U. Zaragoza.

MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; VERDÚ, R. ALONSO, M.; CARBONELL, F.; CARRASCOSA, J.; DOMÉNECH, J. L.; DOMÉNECH, A.; DOMÍNGUEZ, A.; OSUNA, L. (1999). Física y Química de 4º de ESO. ("El movimiento de todas las cosas") (Aguaclara: Alicante). www.Físicabasica.net

NATIONAL SCIENCE EDUCATION STANDARS, NSES, (1996). National Committee on Science Education Standards and Assessment National Research Council, (National Academy Press: Washington D.C.).

NEWTON, P., DRIVER, R. OSBORNE, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. International Journal of Science Education, 21 (5), 553-576.

NOVAK, J. D. (1991) Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender, Enseñanza de las Ciencias, 9 (3).

OSBORNE, J; SIMONS, S. y COLLINS, S, (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications International Journal of Science Education, 25(9) 1049-1079.

POZO, J.L.; GÓMEZ, M.A.; LIMÓN, M. SANZ, A. (1992) Procesos cognitivos de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la Química. CIDE, MEC, Colección Investigadora.

VERDÚ, R.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. y GIL, D., (2001). La estructura de los temas como problemas: primeros resultados, Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, VI Congreso, 227-228.

VERDÚ, R.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. Y OSUNA, L. (2002) Enseñar y aprender en una estructura problematizada, Alambique, nº 34, 47-55

VERDÚ, R. (2004), La estructura de los temas y cursos como problema: un instrumento de ayuda al aprendizaje de la Física y la Química, Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València.

VERDÚ, R. y MARTÍNEZ TORREGROSA, J., (2005). La estructura problematizada de los temas y cursos de física y química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje. Tesis Doctoral editada por la autora (ISBN : 84-689-2380- X)

Anexos

Cuestionario C1 sobre la percepción de los alumnos sobre indicadores de apropiación y actitudes

Como sabes, una misma asignatura puede resultar atractiva o interesante para unos estudiantes y para otros no. Estamos interesados en recoger el efecto que ha tenido en tus actitudes la forma en que se ha desarrollado la asignatura de Física y Química, con el objetivo de poder mejorar la enseñanza de la misma.

Por ello, te pedimos que leas con cuidado cada pregunta antes de contestar, y que las contestes con la mayor sinceridad. No respondas sí o no, sino que debes valorar de 0 a 10 tu grado de acuerdo con lo que se dice (0 = nada de acuerdo; 10 = totalmente de acuerdo). El cuestionario es individual y anónimo.

Cuestiones: Con relación al modo en que se ha desarrollado la asignatura …

A lo largo de los temas y de todo el curso me he sentido "orientado", sabía por qué y para qué estábamos haciendo lo que hacíamos. ☐ (O, A)

Tengo la sensación de haber aprendido "de verdad". ☐ (I/M, A)

Ha habido oportunidades para expresar lo que pensaba sobre lo que estábamos tratando. ☐ (A)

Creo que lo que he aprendido no sirve sólo para aprobar un examen sino que mi comprensión sobre la Naturaleza ha mejorado claramente. ☐ (I/M, A)

Me ha hecho reflexionar sobre ideas que tenía y convencerme de que había otras mejores ☐ (I/M, A)

A la hora de la evaluación, lo que importaba de verdad era saberse bien las fórmulas y no equivocarse al sustituir. ☐ (O, I/M, A, en negativo)

Ha mantenido alto o ha aumentado mi interés por aprender Física. ☐ (I/M; A)

Se ha favorecido la comprensión de verdad, no el que repitiéramos "cosas de memoria". ☐ (I/M; A)

Me he dado cuenta de los problemas que se planteaban los científicos y del modo en que avanzaban en su solución. ☐ (I/M; A)

Creo que lo que he aprendido ha hecho que piense de un modo diferente –sobre los aspectos tratados- que al principio de curso. ☐ (I/M)

Considero el curso demasiado exigente: no hay una relación razonable entre el esfuerzo que he tenido que hacer y lo que he aprendido. ☐ (I/M; A en negativo)

Lo que hemos tratado es muy difícil, creo que no he entendido nada "de verdad". ☐ (O, I/M; A, en negativo)

Lo que hemos tratado no es fácil, pero la forma de trabajar y evaluar ha ayudado a que fuéramos avanzando con comprensión. ☐ (I/M; A)

Creo que este curso ha contribuido a que me guste menos la Física ☐ (A, en negativo)

Si pudiera elegir, me gustaría que la asignatura de Física el próximo curso se desarrollara del mismo modo que éste. ☐ (A)

Cuestionario C2 sobre la percepción de los alumnos sobre indicadores de apropiación y actitudes al final de un tema

Como sabes, una misma asignatura puede resultar atractiva o interesante para unos estudiantes y para otros no. Estamos interesados en recoger el efecto que ha tenido en tus actitudes la forma en que se ha desarrollado la asignatura de Física y Química, con el objetivo de poder mejorar la enseñanza de la misma.

Por ello, te pedimos que leas con cuidado cada pregunta antes de contestar, y que las contestes con la mayor sinceridad. No respondas sí o no, sino que debes valorar de 0 a 10 tu grado de acuerdo con lo que se dice (0 = nada de acuerdo; 10 = totalmente de acuerdo). El cuestionario es individual y anónimo.

Cuestiones: Con relación al modo en que se ha desarrollado la asignatura …

El índice del tema y su desarrollo me ha permitido sentirme orientado, es decir, saber lo que estaba haciendo en todo momento y para qué lo hacía. ☐ (O)

A lo largo del tema he tenido oportunidades de expresar lo que pensaba sobre lo que estábamos tratando y resolver mis dudas. ☐ (A)

Tengo la sensación de que iba haciendo actividades, una tras otra, sin saber muy bien por qué las hacía. ☐ (I/M, A)

La organización del tema sobre luz y visión me ha permitido aprender "de verdad" y no a repetir cosas de memoria. ☐ (I/M)

La organización del tema me ha permitido darme cuenta sobre cómo trabajan los científicos y cómo avanzar en la elaboración de teorías. ☐ (I/M, A)

Lo que hemos tratado es muy difícil, creo que no he entendido nada "de verdad". ☐ (O, I/M, A, en negativo)

Esta forma de organizar la enseñanza ha contribuido a que me guste menos la asignatura. ☐ (A en negativo)

Si el curso próximo eligiera la asignatura de FQ, me gustaría que los temas se organizaren como éste. ☐ (A) .

Lo que hemos tratado no es fácil, pero la forma de trabajar y evaluar me ha ayudado a comprender mejor los conceptos (sobre la luz y la visión). ☐ (I/M, A)

Creo que lo aprendido en este tema ha hecho que cambie algunas de las ideas que tenía (sobre la luz y la visión). ☐ (I/M)

Cuestionario C3. Percepción de los alumnos experimentales sobre indicadores de apropiación y actitudes al final del curso

Las respuestas a este cuestionario nos van a servir para hacer una reflexión sobre el funcionamiento de nuestras clases a lo largo del curso, con objeto de introducir posibles mejoras.

Valora de 0 a 10 la siguiente afirmación (0 = totalmente en desacuerdo; 10 = totalmente de acuerdo):

La organización del curso y de los temas como problemas contribuyen a la implicación de los alumnos haciendo que aprendan "de verdad".----------☐ (I/M)

La estructura problematizada de los temas y el curso ha favorecido que me diera cuenta de si comprendía "de verdad" cuando estudiaba, pues podía valorar si había avanzado o no en lo que se pretendía.----------☐ (I/M,O)

La estructura problematizada de los temas y el curso ha hecho que estuviera "orientado", que supiera qué estaba haciendo, por qué y para qué.---------- ☐ (O)

No me daba cuenta de la "estructura", realmente la sensación que he tenido es la de "hacer actividades", una tras otra.---------- ☐ (O)

Han existido las oportunidades para que se pueda aprender significativamente.---------- ☐ (I/M,A)

Independientemente del examen, tengo sensación personal de "avance" de haber aprendido "de verdad".☐ (A)

Cuestionario C4. Valoración de la asignatura al final del curso de los alumnos experimentales

Valora de 0 a 10 los siguientes aspectos:

El curso ha producido un cambio importante en lo que yo pensaba sobre cómo enseñar ciencias. ☐

La organización del curso y de los temas como problemas contribuyen a la implicación de los alumnos, haciendo que se aprenda "de verdad".
☐(I/M, A)

La metodología empleada ha sido coherente con lo desarrollado sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.☐(I/M; A)

Han existido las oportunidades adecuadas para que se pueda aprender significativamente. ☐(I/M)

Sensación personal de "avance".
☐(A)

El curso es importante en la formación inicial de un maestro de primaria. ☐(A)

Preparación del profesor . ☐

El cuaderno de trabajo es útil para aprender (debe mantenerse).
☐

Las recapitulaciones problematizadas ayudan a estudiar y aprender (debe mantenerse).
☐ (I/M; A)

Los mapas conceptuales ayudan a estudiar y aprender (debe mantenerse).
☐

El sistema de evaluación empleado fomenta aprender "de verdad"
☐

Aspectos que añadirías o que son mejorables:

1º: .....

2º: .....

3º: .....

Valoración abierta (puedes valorar aspectos no contemplados en el cuestionario, hacer comentarios, etc.):

Cuestionario C5. Pregunta abierta sobre la sensación de aprendizaje y la asociación con las características de la enseñanza. Elección de asignaturas en las que tienen mayor sensación de aprendizaje

Te pedimos que selecciones la asignatura o asignaturas (un máximo de dos) en las que tienes mayor sensación de haber aprendido de verdad. Señala las características de la forma de organizar los contenidos y del desarrollo en la clase de estas asignaturas, que creas que más han contribuido a favorecer el aprendizaje.

Estadillo para valorar los cuestionarios C5

Asignatura elegida: 1º lugar 2º lugar

Indica aspectos básicos y genuinos de la estructura problematizada como interesantes o útiles, tales como:
Hace referencia a que la forma en que se ha iniciado el curso y cada tema le ha ayudado a comprender el interés de lo que se iba a estudiar.
Hace referencia expresa a alguna actividad realizada al inicio del curso o tema que le ayude a estar orientado.
Alude a aspectos relacionados con la estructura problematizada de cursos y tema.
Hace referencia a cómo se pasa de un tema a otro (o de un apartado a otro dentro de un tema) que permita apreciar que ha comprendido por qué se seguía ese orden y no otro.
Hace referencia a que las recapitulaciones, la forma de finalizar cada tema, le haya permitido comprender lo que se ha avanzado en el curso y en el tema.
Indica aspectos básicos, pero no exclusivos de la estructura problematizada, como interesantes o útiles, tales como:
Hace referencia a aspectos no relacionados exclusivamente con la estructura problematizada (como p. ej.: se ha trabajado en grupos).
Identificamos posibles referencias a actitudes negativas.

Cuestionario C6. Valoración comparativa sobre la influencia de la estructura problematizada en la percepción de apropiación y actitudes de los alumnos (Segunda parte prueba "cuasi ciega")

En la asignatura (…), tanto la estructura del curso como la de cada uno de los temas que en él se han desarrollado han tenido una serie de características específicas. Algunas de ellas son:

Se ha comenzado planteando una situación problemática y el interés que puede tener tratar de avanzar en su solución.

El índice se puede identificar como una posible estrategia lógica para avanzar y/o resolver el problema planteado inicialmente.

Las actividades de enseñanza/aprendizaje se han desarrollado en un contexto hipotético.

Se han realizado recapitulaciones periódicas para ver dónde se encontraba la clase con relación al problema planteado en cada tema y en el curso.

Creemos que esta forma de estructurar los temas y los cursos ("estructura como problema") es distinta de la que habitualmente se utiliza en los libros de texto o en la enseñanza y deseamos conocer tu valoración de la misma. Por ello, te pedimos una valoración comparativa:

a.-

Valora (de 0 a 10) en qué medida se favorecen los siguientes aspectos con la forma de estructurar los temas y cursos.	"ESTRUCTURA COMO PROBLEMA"	"ESTRUCTU A HABITUA
Implicación e interés de los alumnos. Orientación (saber qué se está tratando, por qué y para qué, dónde se está,..). Evaluación "con sentido" dentro del proceso (tomando conciencia de lo que se ha avanzado en el problema planteado, los obstáculos que se han debido superar, sí se puede dar respuesta a algo que tenía interés, .., frente a una evaluación para constatar si saben o no … al final de la enseñanza con la finalidad de calificar). El aprendizaje de conocimientos ricos y estructurados frente a conocimientos puntuales. La aproximación a las formas en que se producen conocimientos científicos.		

b.- Expresa aspectos no recogidos en la valoración anterior y que, en tú opinión, muestren ventajas o inconvenientes de la "estructura de los cursos y temas como problemas" frente a otras "estructuras habituales" (utiliza el reverso si es necesario).