

BLOQUE 0

CONCEPTOS DIDÁCTICOS QUE SE UTILIZAN EN LA METODOLOGÍA

- 1.- Introducción
- 2.- Modelo constructivista.
- 3.- Algunas características de las preconcepciones.
- 4.- Algunas características del aprendizaje significativo.
- 5.- Algunas características de los mapas conceptuales.
- 6.- El epítome (llamado en el texto “pequeño mapa de fenómenos”).
- 7.- Técnica de resolución de problemas abiertos.

1.-INTRODUCCION

Toda investigación en el área de la enseñanza se lleva a cabo dentro de un marco teórico proporcionado por la psicología educacional. Esta es la que sugiere al investigador los aspectos a ser estudiados, le señala los métodos apropiados y le indica las soluciones aceptables. De entre todas las corrientes de la psicología educacional que han predominado en la orientación de las investigaciones en enseñanza de las ciencias (CORRIENTE INNATISTA, CORRIENTE QUE DA PRIORIDAD AL PROCESO MADURATIVO, CORRIENTE AMBIENTALISTA, CORRIENTE COGNITIVA y CORRIENTE FUNCIONALISTA) es la corriente cognitiva la que nos parece más adecuada para la enseñanza de las ciencias. Dentro de esta corriente cognitiva, es el "**EL CONSTRUCTIVISMO**" la forma que mejor sintetiza la posición cognitiva del aprendizaje y es por eso por lo que en nuestras investigaciones utilizamos el modelo constructivista.

2.-MODELO CONSTRUCTIVISTA

Si bien ha tenido un largo pasado en la tradición occidental, su influencia ha sido corta en la enseñanza de las ciencias. Ese pasado se remontaría a filósofos como Platón y especialmente Kant, y en nuestro siglo vendría de la mano de la psicología europea de entreguerras (Piaget, Vigotsky, La Gestalt, etc.). A mediados de siglo, Kelly elabora la denominada Teoría de la Construcción Personal, con la cual el constructivismo ha entrado a presidir los estudios sobre enseñanza de las ciencias, basados en el descubrimiento de que los alumnos poseen ideas bastantes persistentes sobre los fenómenos científicos que, siendo fruto de sus intuiciones personales y de la vida social cotidiana, resultan muy difíciles de modificar mediante la instrucción (Driver y col., 1985).

EL ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA del proceso de enseñanza/aprendizaje parte de dos principios fundamentales:

a) Los conocimientos son construidos activamente por las personas a partir de las ideas ya existentes en su estructura conceptual.

b) El aprendizaje está condicionado por los conocimientos previos del sujeto.

Si hubiera que resumir en una sola frase la concepción constructivista, habría que recurrir a la célebre y feliz idea de Ausubel (1976): *"El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente"*.

Si asumimos una actitud constructivista respecto al aprendizaje, una de nuestras preocupaciones fundamentales - aunque desde luego no la única ni la última - debería ser, por tanto, conocer qué es lo que los alumnos ya saben sobre lo que vamos a enseñarles.

La enseñanza de las Ciencias consiste pues, fundamentalmente, en promover un **cambio en las ideas intuitivas con el fin de acercarlas progresivamente al entramado conceptual y metodológico del conocimiento científico**, tal como aparece estructurado actualmente.

Una cuestión clave en todo proceso de aprendizaje es qué se entiende por currículum. Si se concibe como un cuerpo de conocimientos que debe ser transmitido al que aprende, su desarrollo puede ser visto como aproblemático. Simplemente decidimos qué es lo que las personas necesitan saber. El problema es que puede haber discordancia entre los objetivos educativos y los resultados reales del aprendizaje.

Según el enfoque constructivista, **el currículum se concibe "no como un cuerpo de conocimientos o habilidades, sino como el programa de actividades a través de los cuales dichos conocimientos y habilidades pueden ser construidos y adquiridos"**. (Driver y Oldham, 1986).

Adoptar esta concepción conlleva a ciertas consecuencias como:

1.- Los diseñadores del currículum (profesores), no sólo necesitan saber la materia a enseñar, sino el modo en que se produce el aprendizaje y la forma en que los alumnos piensan. Ausubel considera que es muy importante para el profesor hacer de puente, de manera que salve el abismo entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber.

2.- El currículum como conjunto de actividades se constituye en sí mismo como un objeto de investigación. Sólo mediante el control riguroso y la retroalimentación a partir de materiales en uso, se podrán producir actividades de aprendizaje que estén adaptadas a los modos de pensar de los estudiantes.

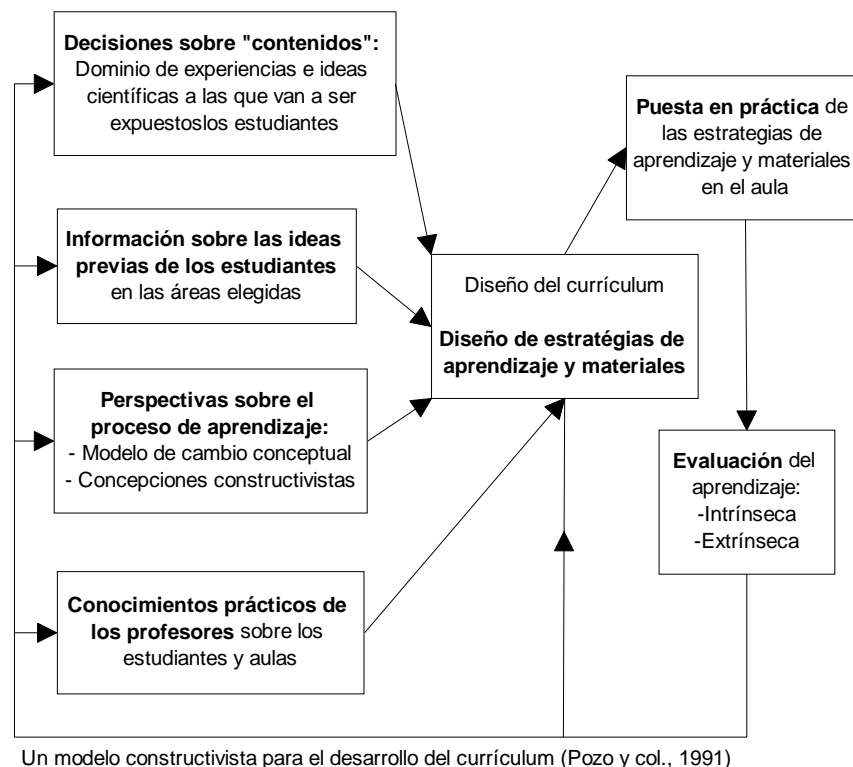
3.- El desarrollo del profesor es un aspecto del desarrollo del currículum. Las situaciones que viven los estudiantes en el aula están directamente influidas por el modo en que trabajan los profesores. Dar oportunidad a los jóvenes para que den ellos mismos sentido a las experiencias de aprendizaje, supone cambios en la manera en que muchos profesores piensan y trabajan.

Durante una secuencia del aprendizaje, los que aprenden deben recorrer el camino desde su estado de conocimiento presente a cierto estado de conocimiento futuro. La cuestión principal es ¿cuáles son las actividades de aprendizaje que hacen posible que esto ocurra

efectivamente?.

Puesto que lo que se aprende en una situación depende de la propia situación, y de lo que aporta quien aprende en término de propósitos y esquemas, el diseño y selección de experiencias de aprendizaje debe implicar, en último término, investigaciones empíricas de aprendizaje en el aula.

Este proceso reflexivo, que responde a un desarrollo constructivista del currículum, se ilustra en la figura :



Con la dificultad y el riesgo que conlleva esquematizar un tema tan complejo y en tan intensa ebullición, se pueden diferenciar dos tipos de constructivismo (Pozo, 1989):

a) **Un constructivismo estático**, se resume en la célebre frase del psicólogo gestaltista Koffka (1935) "vemos las cosas no como son, sino como somos nosotros".

b) **Un constructivismo dinámico**, según el cual el aprendizaje sería siempre el producto de la interacción de la idea previa activada y la nueva información proporcionada por la situación de aprendizaje.

De lo anterior se derivan varios principios necesarios para el aprendizaje de teorías científicas (Pozo, 1990):

1.- La enseñanza de la ciencia debe basarse en un conocimiento previo de las ideas con que los alumnos llegan al aula.

2.- Es imprescindible diseñar situaciones didácticas para que los alumnos reflexionen sobre sus propias ideas intuitivas y tomen conciencia de ellas.

3.- Las ideas previas de los alumnos no deben concebirse como un obstáculo para el aprendizaje de la ciencia sino como un vehículo para él; no se trata de que los alumnos aprendan ciencia a pesar de ellas sino por medio de ellas.

4.- El cambio conceptual debe ser algo progresivo y gradual.

5.- Aunque los contraejemplos y datos en contra puedan ayudar a tomar conciencia de las debilidades de las concepciones previas de los alumnos, sólo la presencia de una teoría que para ellos resulte más explicativa facilitará el verdadero cambio conceptual

3.- ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PRECONCEPCIONES

Siempre que una persona intenta comprender algo, necesita activar una idea que le sirva para organizar esa situación y darle sentido, de ahí la importancia que en los últimos años han adquirido los estudios sobre los conocimientos previos de los alumnos. Se dispone de abundantes datos sobre las ideas de los estudiantes con respecto a los fenómenos físicos y químicos (Driver y col., 1985), (Hierrezuelo y Montero, 1988); biológicos (Giordan et Vecchi, 1987); sociales e históricos (Carretero y col., 1989) e incluso matemáticos (Orton, 1988).

Si bien los conocimientos previos son heterogéneos en función de la edad de los alumnos, la instrucción recibida, etc., presentan las siguientes características comunes (Pozo y col., 1991):

En primer lugar, **los conocimientos previos son construcciones personales de los alumnos**, es decir, han sido elaborados de modo más o menos espontáneo en su interacción cotidiana con el mundo y con las personas. Desde la cuna los niños están percibiendo el movimiento, el sonido... y prediciendo de modo más o menos fiable su comportamiento. Se forman así ideas previas que, aunque suelen ser incoherentes desde el punto de vista científico, no lo son desde el punto de vista del alumno. De hecho, suelen ser bastante predictivas con respecto a fenómenos cotidianos, aunque no sean científicamente correctas. El alumno predice con bastante éxito cómo se mueven los objetos, pero sus explicaciones se alejan de la mecánica newtoniana.

En segundo lugar, **son bastante estables y resistentes al cambio**. Se observan no sólo en niños y adolescentes, sino también entre adultos, incluso graduados. Un trabajo realizado en la Universidad de Extremadura sobre preconcepciones en dinámica (Suero y col., 1991), puso de manifiesto que los errores de los alumnos de C.O.U., son también los que poseen los postgraduados del Curso de Aptitud Pedagógica (C.A.P.).

A pesar de ser construcciones personales, **son compartidas por personas de muy diversas características (edad, país, formación...)**. Existen en general unas pocas tipologías en las que puede clasificarse la mayor parte de las concepciones alternativas en un área determinada.

Esta universalidad llega incluso a trascender el tiempo, y aparecen en algunos casos ideas similares a las que poseían filósofos y científicos de tiempos pasados. Por ejemplo, una mayoría de alumnos tiene una concepción aristotélica del movimiento: consideran que éste es

siempre producido por una fuerza, siendo dicha fuerza y la velocidad del cuerpo directamente proporcionales.

Otra característica de los conocimientos previos es **su carácter implícito frente a los conceptos explícitos de la ciencia**. Ello condiciona la metodología a utilizar para su estudio, ya que, aunque en algunos casos se identifican a través del lenguaje, la mayoría se descubren implícitos en las actividades o predicciones de los alumnos, constituyendo teorías que los estudiantes no pueden verbalizar. De hecho, uno de los factores a tener en cuenta para promover el aprendizaje a partir de los conocimientos previos, será fomentar en primer lugar la toma de conciencia de los alumnos con respecto a sus propias ideas, ya que sólo haciéndolas explícitas y siendo conscientes de ellas, lograrán modificarlas.

Los conocimientos personales buscan la utilidad más que la verdad. Así, las ideas previas sobre el movimiento de los objetos sirven para mover con eficacia los objetos, mientras que los conocimientos científicos sirven para descubrir leyes generales sobre el movimiento de los objetos y no necesariamente para moverlos mejor. Es decir, en el aula se le proporcionan conocimientos generales, mientras que sus ideas son específicas, se refieren a realidades próximas a las que el alumno no sabe aplicar las leyes generales que se explican en clase. Una solución podría ser presentar el conocimiento científico en situaciones y contextos próximos a la vida cotidiana.

El carácter indiferenciado de algunas nociones previas permite que los alumnos pasen de un significado o aspecto a otro sin ser necesariamente conscientes de ello, lo que explica de alguna manera las inconsistencias en su pensamiento.

Otra característica a tener en cuenta es que el razonamiento de los estudiantes se centra sobre estados cambiantes más que en estados de equilibrio. Así, por ejemplo, establecen que actúa una fuerza cuando se observa movimiento, pero reconocen, en muy pocas ocasiones, la existencia de fuerzas en sistemas en equilibrio estático.

Los ítems que se presentan en este libro del profesor para analizar la existencia de preconcepciones, constituyen parte de nuestra investigación y se han pasado a alumnos de los siguientes niveles educativos:

ANTIGUO SISTEMA EDUCATIVO

NUEVO SISTEMA EDUCATIVO

- a) Ciclo Medio (5° EGB).....Educación Primaria.
- b) Ciclo Superior (8° EGB).....2° de ESO.
- c) 2° BUP.....4° de ESO.
- d) 3° BUP.....1° Bachillerato.
- e) COU.....2° Bachillerato.
- f) 1° Universidad
- g) C.A.P.

Con los resultados obtenidos se han detectado las preconcepciones y errores conceptuales más frecuentes de los alumnos, en los diferentes contenidos de física, analizándose las causas que las generan y rastreando su evolución a lo largo del Sistema Educativo.

Antes de seleccionar los ítems que se presentan, se han elaborado diferentes tests y se ha obtenido una validación previa de los mismos, sometiéndolos a la consideración de profesores de Física de los diferentes niveles y pasándoselos a diferentes grupos de alumnos que no han sido objeto de las investigaciones realizadas. Se ha trabajado con muestras de unos 6000 alumnos.

Entre las técnicas más utilizadas para detectar las preconcepciones, hemos elegido los cuestionarios con preguntas cerradas de elección múltiples, por su objetividad, rapidez y facilidad a la hora de puntuar.

Para la valoración de los resultados obtenidos se ha utilizado un programa informático que permite almacenar un banco de ítems clasificados por materias con el que componer tests, que pueden ser presentados en varias versiones (orden de los ítems alterados) y proporciona plantillas para proceder a su corrección manualmente. Cuando la corrección se realiza utilizando el ordenador, el programa procesa la información y la presenta organizada en varios documentos: En el primero se recoge la relación de alumnos y la respuesta que cada uno ha seleccionado para cada ítem, se calcula el número de aciertos y el tanto por ciento del total de ítems del test que representa. En el segundo se dibuja un histograma de frecuencias de cada tramo de calificaciones, lo que permite una visualización inmediata de su adaptación a una campana de Gauss. El tercero presenta la relación de ítems y el número de veces que ha sido elegida en cada una de ellas cada una de las diferentes opciones de respuestas ofrecidas; también presenta el Índice de Facilidad o Destreza (I.D.) y el Índice de Discriminación o Validez (I.V.) de cada ítem, con lo que se pueden tomar decisiones acerca de mantenerlo en el test, modificarlo, o eliminarlo del mismo. Por último, otra parte del programa permite elaborar una ficha para cada ítem donde se van acumulando los resultados de cada grupo de alumnos relativos al mismo.

Con el fin de no extendernos demasiado, presentamos a modo de ejemplo, los resultados, comentarios y gráficos de un grupo de alumnos con todas las posibilidades que presenta el programa en el Tema de Óptica. En los demás Temas, solo las conclusiones, aunque se indicará la bibliografía de trabajos que hagan estudios similares o incluso los pondremos en una página web que se indicará.

4.-ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

En las dos últimas décadas se han producido cambios en dos campos de gran importancia en la Educación en Ciencias. La Psicología del aprendizaje se ha liberado del conductismo para evolucionar hacia una ciencia cognoscitiva que enfatiza el papel que desempeñan los esquemas conceptuales en la construcción del significado. La Epistemología se ha alejado del punto de vista empirista y positivista hacia una posición construccionista donde la Ciencia no se ve como una búsqueda constante de "la verdad", sino como una búsqueda de modelos que explican un espectro cada vez más amplio de fenómenos. Su característica más interesante es el énfasis en el papel que desempeñan los conceptos previos en la creación de conocimientos nuevos; es decir, el conocimiento no se origina simplemente de la experiencia, sino de la interacción entre la experiencia y los esquemas conceptuales que posee el individuo (Bascones,

1989), es lo que Ausubel denomina aprendizaje significativo, definiéndolo así:

"La esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial con lo que el alumno ya sabe" (Ausubel, 1976).

El aprendizaje significativo es la idea fundamental de la teoría de Ausubel y tiene frente al aprendizaje memorístico dos ventajas básicas:

- a) El conocimiento se retiene durante más tiempo.
- b) Aumenta la capacidad para aprender posteriormente (Peña y col., 1989).

Para que en un sujeto se dé el aprendizaje significativo se requieren las siguientes condiciones (Ausubel, 1976):

1.- Que el sujeto muestre una actitud positiva hacia el aprendizaje significativo, es decir, que tenga una disposición para relacionar no arbitrariamente, sino sustancialmente el material nuevo con su estructura cognitiva.

2.- Que el material que vaya a aprender sea potencialmente significativo para él.

La potencialidad significativa de un material depende, a su vez, de dos factores principales:

- De la naturaleza del material que se va a aprender: es necesario que posea significatividad lógica, es decir, que no sea vago o arbitrario.

- De la estructura cognoscitiva del alumno en particular: es necesario que las ideas o contenidos pertinentes existan en la estructura cognitiva del estudiante.

Para diseñar las secuencias de aprendizaje se basa en estas dos suposiciones:

a) Para los seres humanos es menos difícil aprender aspectos diferenciados de un todo más amplio ya aprendido, que formularlo a partir de sus componentes diferenciados ya aprendidos.

b) La organización del contenido de un material en la mente de un individuo consiste en una estructura jerárquica en que las ideas más inclusivas ocupan el ápice e incluyen las proposiciones, conceptos y datos, progresivamente menos inclusivos y más finamente diferenciados" (Ausubel, 1976).

El modelo considera los contenidos de la estructura cognitiva como si estuvieran jerarquizados, por lo que la adquisición de los nuevos aprendizajes se describe como algo que se incorpora a esa estructura mediante los procesos de inclusión y asimilación.

Según el modo en que se lleve a cabo el proceso de inclusión, el nuevo aprendizaje puede ser:

- Subordinado: el nuevo concepto se incluye en ideas más amplias y generales existentes en la estructura cognoscitiva.

- Supraordinado: si lo que se aprende es un concepto que engloba a otros ya existentes.

- Combinatorio: cuando el nuevo concepto no guarda relación de subordinación ni de supraordenación con las ideas establecidas en la estructura cognoscitiva del sujeto.

El proceso de asimilación se concibe como complementario y matizador del concepto de inclusión.

La concepción jerárquica de la estructura cognitiva, junto con las ideas acerca de los procesos de inclusión y asimilación, llevan a Ausubel a mostrarse partidario de plantear las secuencias de aprendizaje en términos de aprendizajes subordinados. Esto puede ser problemático en el caso de que no existan en la estructura cognitiva del sujeto las ideas pertinentes que lo hagan posible. Para salvar esa situación, Ausubel (1976) recurre a la introducción de un nuevo elemento en su teoría, el de organizador previo, que define como: "un material introductorio, a un nivel elevado de generalidad e inclusividad que se presenta antes del material de aprendizaje, que sea explícitamente pertinente a la tarea de aprendizaje propuesta".

Fundamentando el aprendizaje de esta forma se averigua en qué medida los estudiantes son capaces de construir y usar las ideas deseadas. También se identifican las dificultades y los caminos comunes que los estudiantes siguen en su comprensión.

Esta información obtenida (evaluación del proceso y no sólo del producto), se debe utilizar para hacer posteriores modificaciones en los esquemas.

Hasta ahora se ha analizado el proceso. Otro aspecto importante es la construcción de herramientas que permitan ofrecer las secuencias de aprendizaje descritas anteriormente. Se propone para ello los mapas conceptuales.

5.-ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MAPAS CONCEPTUALES

Los conceptos son los elementos esenciales con los que operamos mentalmente. Cuando no logramos entenderlos y organizarlos en nuestro cerebro, el pensamiento no actúa, permanece bloqueado. Por ello, cuanto mayor es el número de conceptos que posee una persona y cuanto mejor relacionados estén entre sí en su estructura mental, más capacidad tendrá para resolver problemas y para generar nuevos conceptos (Suero y col., 1989).

Numerosos conceptos físicos no son bien asimilados por los estudiantes. Existen diversas razones para explicar este problema:

1. El profesor no tiene en cuenta cuál es la estructura cognitiva del alumno (Novak, 1982).
2. Ofrece al estudiante un esquema de trabajo en el que aparecen nuevas informaciones ajenas a su propio esquema conceptual (Driver, 1988).
3. En ocasiones, las actividades propuestas se encuentran muy lejos del ámbito social e intelectual del alumno (Novak, 1982).

Son numerosos los investigadores que trabajan en la búsqueda de alternativas didácticas que conduzcan al "cambio conceptual" en los estudiantes. Entre ellos destaca Ausubel, quien con el mayor énfasis ha insistido en que la estructura cognitiva de cada persona viene representada

por un sistema de conceptos organizados jerárquicamente, siendo estos conceptos representaciones que el individuo forma a partir de su experiencia sensorial previa. Esta estructura es, además, flexible. A medida que tenemos nuevas experiencias y acceso a más información, los nuevos conocimientos se relacionan con los conceptos ya existentes dando lugar a una variación de éstos, bien porque los viejos conceptos amplían su significación, bien porque se modifican para poder interpretar los nuevos hechos. Se trata de la Teoría de Asimilación del Aprendizaje Cognitivo, que propone como estrategia didáctica la elaboración de mapas conceptuales para conseguir un aprendizaje significativo frente al memorístico (Novak, 1982).

Características:

Los mapas conceptuales representan gráficamente, en forma de proposiciones, relaciones significativas entre conceptos. Su estructura mínima contiene dos términos conectados mediante una partícula de enlace formando una proposición correcta. Tan importante como los conceptos son las palabras que los relacionan (Peña y col., 1989).

La representación se realiza en dos dimensiones:

a) Vertical, en la que aparece una transición de lo general a lo específico. Los conceptos más inclusivos se localizan en la parte superior del mapa, y como el alumno lo recorre de arriba hacia abajo, va encontrando cada vez conceptos más específicos, más subordinados.

b) Horizontal, en la que se establecen relaciones entre conceptos de nivel aproximado.

Se deduce que una propiedad básica de los mapas conceptuales es su carácter jerárquico, diferenciándose así de los cuadros sinópticos y de los diagramas de flujo, ya que éstos, aunque relacionan conceptos entre sí, no establecen jerarquías entre ellos, ni requieren proposiciones de conexión (Peña y col., 1989).

Según Novak (1979), constituyen herramientas muy útiles para representar a un conjunto de conceptos que se relacionan entre sí, y son esquemas de apoyo de mucho interés para lograr un aprendizaje significativo porque:

- Hacen de puente cognitivo entre lo que el alumno ya sabe y la nueva información a aprender.
- Presentan lo que se quiere enseñar con una ordenación jerárquica pertinente.
- Establecen conexiones entre los conceptos que favorecen la longevidad de lo aprendido.

Elaboración:

Novak y Gowin (1988) han señalado los aspectos fundamentales a tener en cuenta para la elaboración de mapas conceptuales:

- La primera etapa consiste en identificar el mayor número de conceptos científicos relevantes relacionados con la información que se quiere aprender o enseñar. Se irá elaborando una lista en la que aparezcan, además de los conceptos, las leyes, los teoremas y las aplicaciones relacionadas con el tema tratado. Esta etapa es siempre crítica, por estar sujeta al punto de vista o los conocimientos que tenga sobre el tema la persona que construye el mapa.

- La segunda etapa consiste en ordenar los conceptos, jerarquizándolos desde el más general o inclusivo hasta los más específicos. En esta ordenación va a influir la secuencia en que se hayan ido introduciendo los diferentes conceptos, o se haya organizado la materia, los errores conceptuales habituales, etc.

- La tercera etapa consiste en encontrar las relaciones entre los conceptos utilizando una serie de palabras que actúen de enlace. De este modo se van formando proposiciones científicas a través de un conjunto de rutas señaladas sobre el mapa que se va generando.

En un primer intento, los mapas conceptuales suelen tener escasa simetría o algún concepto que se relaciona con varios no se coloca en el lugar más conveniente. Por este motivo, lo normal es tener que reconstruir el mapa conceptual hasta conseguir una representación clara y correcta de las proposiciones científicas contenidas en el mismo (Suero y col., 1989). Es decir, el mapa resultante debe ser visualmente eficaz, en el sentido de que muestre los detalles de los conceptos y sus relaciones de la forma más simple, clara y evidente posible.

A veces, con el propósito de facilitar la funcionalidad del mapa, se escribe junto con el nombre del concepto su símbolo y su expresión matemática, cuando la hay.

Uso:

Debido a la flexibilidad de los mapas conceptuales, pueden ser utilizados en una amplia variedad de situaciones:

1. Como instrumento didáctico para facilitar el aprendizaje en lo que se refiere a la jerarquización y diferenciación de conceptos (Novak, 1979).
2. En la confección del currículum de una disciplina, así como para distinguir el contenido curricular del instruccional, es decir, distinguir entre lo que debe ser aprendido y lo que sirve como vehículo para el aprendizaje. Un mapa de conceptos puede entonces servir para desarrollar los componentes cognitivos de un currículum (Driver, 1988).
3. Como instrumento de evaluación, estableciéndose unas puntuaciones para cada nivel de generalidad bien colocado, o para cada relación correcta entre conceptos.
4. Para representar y resumir el esquema conceptual en un momento determinado de un alumno en un área de conocimiento (Novak, 1982).
5. Como instrumento que ayuda a los alumnos a "aprender a aprender" (Novak y Gowin, 1988).
6. Para analizar las preconcepciones de los estudiantes (Novak, 1982).
7. En investigaciones que explican cómo y por qué ciertas secuencias de la organización de la materia de enseñanza tienen más o menos efecto en la facilitación del aprendizaje del alumno (Novak y Gowin, 1988).

6.- DESCRIPCIÓN DEL EPÍTOME

Las teorías instruccionales sostienen que la forma en la que se secuencian los contenidos, es decir, la decisión sobre qué debe enseñarse en primer lugar, qué en segundo... influye decisivamente en el aprendizaje de los alumnos. A este respecto, la Teoría de la Elaboración (Reigeluth y Stein, 1983; Coll, 1987) prescribe, entre otras, las siguientes estrategias, que favorecen la comprensión de los contenidos por parte de los estudiantes así como su memorización:

En primer lugar, la secuencia de aprendizaje debe discurrir desde las ideas más generales a las más detalladas. Dicho de otra manera, la presentación de los contenidos a los alumnos debe hacerse de tal forma que, en primer lugar, los estudiantes construyan los conocimientos de mayor inclusividad para, después, ir profundizando en aspectos más detallados y complejos.

En segundo lugar, la presentación de los contenidos (a través de las actividades que permiten a los alumnos la formación de sus conocimientos), debe hacerse de la forma más concreta posible, para luego ir ganando en abstracción.

Se trata, por tanto, de dos líneas paralelas —distintas, pero complementarias— de actuación: una (referida al grado de inclusividad de las ideas) que va de lo general a lo detallado y otra (referida a cómo se presentan las actividades de enseñanza) que va de lo concreto a lo abstracto.

Estas prescripciones, con otras ventajas didácticas añadidas, se ponen en juego con la utilización del epítome.

En qué consiste el epítome

Se trata quizás del componente estratégico más importante de la Teoría de la Elaboración y puede ser considerado como la base en la que se apoya la construcción de una secuencia elaborativa coherente con lo anteriormente expuesto. En nuestra propuesta (Montanero, 1994; Montanero y Montanero, 1998; Montanero y otros, 1999), el epítome consta de:

1º. Un mapa de fenómenos.

En él se recogen todos los fenómenos físicos que van a ser tratados en el tema a impartir. Estos fenómenos se presentan ordenados y jerarquizados, mostrando la dependencia lógica que existen entre ellos. Proporciona, por tanto, al alumno una perspectiva general de lo que va a estudiar que le ayudará en todo momento de su aprendizaje a situarse (en dónde está, qué hay detrás, a dónde se dirige).

2º. Una serie de actividades.

Que permiten al estudiante, desde un nivel de gran generalidad, ir desarrollando los contenidos de aquellos fenómenos, en los que luego podrá ir profundizando con más detalle.

Con estas actividades se pretende presentar los fenómenos recogidos en el punto anterior de la forma más sencilla y experiencial posible y dirigir la observación de los alumnos hacia las explicaciones causales más básicas que les permitan, a modo sólo de hipótesis, plantearse qué tipo de relaciones pueden darse entre las magnitudes observadas. De lo que acabamos de decir se desprende que en todas estas actividades se dan dos contenidos fundamentales, a saber: la descripción de lo observado y el planteamiento de las posibles relaciones entre magnitudes.

Orientaciones didácticas sobre la utilización del epítome.

Todo lo expuesto hasta aquí constituye una propuesta instruccional que no excluye de ningún modo otras que el profesor considere más aconsejables. Pero, en el caso de ser aceptada, nos permitimos las sugerencias didácticas que a continuación se indican.

1.- Las actividades que irán desarrollando, uno a uno, los fenómenos contenidos en el mapa de fenómenos, pueden realizarse en la modalidad conocida como experiencia de cátedra. El profesor realiza la experiencia utilizando, a ser posible, un material sencillo y dirige la observación de los alumnos intentando que éstos se adentren en un contexto de descubrimiento.

2.- No se trata de que, inicialmente, los estudiantes construyan, de forma terminal y acabada, los conceptos científicos. La formación de los conceptos exige una fase previa, preconceptual, que es justamente la proporcionada por estas actividades del epítome. Más tarde, cuando se retomem estas ideas, el alumno podrá llegar a definir el concepto tal como lo exige la teoría científica. El epítome permite, por tanto, cumplimentar dos necesidades cognitivas del aprendizaje, proporcionar una perspectiva general y simple del contenido a estudiar y dar la posibilidad de construir una base preconceptual como punto de partida de la posterior conceptualización.

3.- Consecuentemente con lo que se acaba de decir, tampoco se trata de que los alumnos formulen las leyes físicas que gobiernan los fenómenos presentados. Lo que se pretende en este tratamiento inicial es que los estudiantes, partiendo de una presentación del contenido en un nivel muy concreto, formulen, a modo hipótesis, las relaciones esperadas de acuerdo con lo observado. Nuevamente hay que decir que, más tarde, se retomarán estas ideas y se llegará hasta la expresión, definitiva y de un mayor nivel de abstracción, de las leyes físicas correspondientes.

4.- Las actividades propuestas deben ser también evaluadas. Es decir, se debe huir de hacer por parte del profesor una especie de presentación general del tema, a modo de resumen abstracto. Por el contrario, el contenido del epítome debe ser dado en un nivel de aplicación (enseñado por el profesor, aprendido por el alumno y evaluado). Estimamos que, por término medio, el tiempo empleado en la realización de las actividades de cada epítome propuesto y su evaluación debe ocupar de sesenta a noventa minutos, aproximadamente.

5.- Una vez finalizada esta fase de la secuencia instruccional se retoman los contenidos con el nivel de detalle que en la programación de aula se haya establecido, pero siempre haciendo alusión a lo aprendido anteriormente y procurando que el alumno se resitúe en su secuencia de aprendizaje en referencia a lo tratado en el epítome.

7.- TÉCNICA DE RESOLUCIÓN DE “PROBLEMAS ABIERTOS”

Los ejercicios de lápiz y papel que habitualmente se proponen a los alumnos exigen de éstos la aplicación de un algoritmo, explicado en todos sus pasos por el profesor, que casi siempre se resuelve por parte de los estudiantes de una forma memorística. Es decir, el problema se llega a convertir en un no-problema. Por el contrario, cuando un experto se enfrenta a un problema, su forma de actuar, alejada de un puro operativismo, es muy diferente. La propuesta de resoluciones de problemas que se presenta (Gil y Martínez, 1987; Montanero, 1994; Gil y otros, 1999) pretende, en la medida de lo posible, evitar aquel tipo de práctica, de acuerdo con las orientaciones que a continuación se resumimos.

1ª FASE: Análisis verbal de la situación

Se presenta el enunciado del problema de tal manera que capte el interés del alumno (el interés está relacionado con la relevancia del asunto tratado, con el grado de novedad que evidencie respecto de los conocimientos cercanos al alumno y con la posibilidad de plantearle una situación problemática).

Sobre este tipo de enunciado se pide que se haga un análisis cualitativo de la situación: formulando hipótesis, basando los razonamientos en las leyes físicas pertinentes y proponiendo un camino de resolución, de acuerdo con el marco teórico expuesto, en el que se propongan cuáles van a ser las magnitudes finales que resolverán el problema.

2ª FASE: Tabla de datos y resolución

El camino de resolución propuesto requiere los datos numéricos de las magnitudes que se han de ser utilizadas. Se puede sugerir a los alumnos que, simplemente, se las inventen, procurando que los órdenes de magnitud de estos datos sean lo más reales posibles; también pueden buscar en tablas o cualquier tipo de información científica al respecto. Es imprescindible que los datos dados se ajusten exactamente al camino de resolución propuesto (en este sentido es frecuente que se den datos de más o de menos, o incluso que algunos datos sean incompatibles entre sí). La cuestión de dar los datos numéricos, aunque parezca sencilla, no es en absoluto baladí.

Por último, hacer los cálculos para obtener las magnitudes finales que resuelven el problema.

3ª FASE: Interpretación de los resultados y comentarios finales

Se pide analizar, bajo un punto de vista meramente de la teoría científica, los resultados obtenidos (su sentido físico, la dificultad y exactitud del procedimiento utilizado ...). También se pedirá cualquier comentario sobre las implicaciones tecnológicas y sociales que la cuestión tratada pudiera dar lugar.

BIBLIOGRAFIA:

AK, J. D., y GOWIN, D. B. (1988): "Aprendiendo a aprender". Barcelona: Ediciones Martínez Roca.

ANDERSON, B. y KÄRRQVIST, T. C.; (1983): *How Swedish pupils aged 12-15 years, understand light and its properties*, European Journal of Science Education, 5,(4) 387-402.

ANDERSSON, B. (1986): The experimental gestalt of causation: a common core to pupils preconceptions in science . *European Journal of Science Education*, 8 (2), 155-171.

AUSUBEL, D.P. (1976): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas, México.

BASCONES, J. (1989). *Instrucción para la transición cognoscitiva: El caso de Física*. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (2), 120 - 125.

CALVO, J.L.; PEÑA, J.J.; SUERO, M.I. Y SUÁREZ, P. (1988) *Evaluación de conocimientos de Física; Experiencia 86-87*. Publicación Instituto de las Ciencias de la Educación de la Uex, 1, 329-336. ISBN: 84-86782-01-5.

CALVO, J.L.; SUERO, M.I.; PÉREZ, A.L.; PEÑA, J.J.; RUBIO, S. Y MONTANERO, M. (1992) *Preconcepciones en dinámica: su persistencia en niveles universitarios*. *Revista Española de Física*, 6(3), 39-43.

CARRETERO, M. (1985): *El desarrollo cognitivo en la adolescencia y la juventud: Las operaciones formales*. En M. Carretero; A. Marchesi y J. Palacios (Eds.). *Psicología Evolutiva 3. Adolescencia, madurez y senectud*. Madrid: Alianza Psicología.

CARRETERO, M.; POZO, J.I. y ASENSIO, M. (1989). *La enseñanza de las Ciencias Sociales*. Ed. Morata. Madrid.

CLAXTON, G. (1984): *Live and learn*. Londres: Harper & Row. Trad. cast. de C. González: *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza, 1987. *Didáctica de la Física y Química*. Laia / M. E. C.

CLIBURN, J.W. (1990). *Concept Maps to promote meaningful learning*. *Journal of College Science Teaching*, 19(4), 212-217.

DREYFUS, A. (1990). *Applying the cognitive conflict strategy for conceptual change. Some implications, difficulties and problems*. *Science Education*, 74(5), 555-569.

DRIVER, R. (1988). *Un enfoque constructivista para el desarrollo del Currículum en Ciencias*. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.

DRIVER, R. AND OLDHAM, V. (1986). *A constructivist approach to curriculum development in science*. *Studies in Science Education*, 13(2), 105-122.

DRIVER, R., y ERICKSON, G. (1983): *Theories in action: some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in Science*. *Studies in Science Education*, 10, pp. 37-60.

DRIVER, R.; GUESNE, E.; y TIBERGHEN, A. (1985): *Childrens ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press. Trad. cast. de P. Manzano: *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata/MEC, 1989.

FISHER, K.M. (1990). *Computer-Based Concept Mapping*. *Journal of College Science Teaching*, 19(6), 347-352.

FLAVELL, J. H. (1977): *Cognitive development*. Englewood-Cliffs, N. J.: Prentice-Hall. Trad.

cast. de J. I. Pozo: Desarrollo cognitivo. Madrid: Visor, 1984.

GAGNE, R. M. (1985): *The conditions of learning of instruction*. N. York: Holt, Rinehart & Winston. Trad. cast. de R. Elizondo: Las condiciones del aprendizaje. México, D. F: Trillas, 1987.

GIL, D ; MARTINEZ TORREGROSA, J (1987). “La resolución de problemas de física. Una didáctica alternativa”. MEC y Editorial vicens-vives.

GIL, D y otros (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, D. (1983): *Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias*. Enseñanza de /as Ciencias, 1, 26-33.

GIL, J.; SOLANO, F.; PÉREZ, A.L. Y SUERO, M.I. (1998) *Persistencia de preconcepciones en Óptica en los diferentes niveles del sistema educativo*. Actas de la XI Conferencia Nacional de Física e VIII Encontro Ibérico para o ensino da Física. Porto (Portugal).139-140.

GILBERT, J.; OSBORNE, R., y FENSHAM, P (1982): *Childrens science and its consequences for Teaching* . Science Education, 66, 4, pp. 623-633.

GIORDAN, A., y DE VECCHI, G. (1987): *Les origines du Savoir*. Delachaux et Niestl: Neuchatel.

GOLDBERG, F.M. y MCDERMOTT, L.C. (1983). *Not all the many answers students give represent misconceptions: examples from interviews on geometrical optics*. Proceedings of the International Seminar on Students' Misconceptions in Science and Mathematics, 335-345. Cornell University: Ithaca.

GRUPO RECERCA-FARADAY: Física Faraday, 1988. Barcelona: Teide.

GUESNE, E. (1984): *Children's ideas about light*. New trends in physics teaching. UNESCO: París. 179-192

GURNEY, B. (1989). *Constructivism and professional development: A stereoscopic view*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco.

HEINZE-FRY, J.A. and NOVAK, J.D. (1990). *Concept Mapping brings long-term movement toward meaningful learning*. Science Education, 74(4), 461-472.

HEWSON, P. (1989): *A aprendizaxe como cambio conceptual*. Entrevista por M. P. JIMÉNEZ. Revista Galega de Educación, n.º 10.

HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. (1988): *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Laia / M. E. C.

HILL, D., et al. (1987): *A Guide to Better Practice*. The Australian Science Teachers Journal, 33, 2, pp. 44-51.

HODSON, D. (1985): *Philosophy of science, science and science education*. Studies in Science Education, 12, pp. 25-55.

KOFKA, K. (1935). *Principles of gestalt psychology*. New York: Harcourt, Brace and World.

KRAPAS, S. (1985): *Estudio de las nociones espontáneas acerca de los fenómenos relativos a la luz en alumnos de 11 a 18 años*. Enseñanza de las Ciencias. Vol. 3(3), pp.237-238.

LA ROSA, C.; MAYER, M.; PATRIZI, P., y VICENTINI-MISSONS, M. (1984): *Commonsens knowledge in optics: preliminary results of an investigation into properties of light*. European Journal of Science Education, 5,(4) pp. 387-397.

LLORENS, J.A.; DE JAIME, M.C. y LLOPIS, R. (1989). *La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, 7(2), 11-119.

MACDONALD, D. (1989). *Teaching science for understanding: Implications of spontaneous conceptions and the history of science*. Thesis, University of Calgary.

MIKULECKY, L. (1989). *Teaching concept mapping and university level study strategies using computers*. Journal of Reading, 32(8), 694-702.

MONTANERO, F. M.; PÉREZ, A. L., SUERO, M.I. y MONTANERO, M. (1998). *Mapas conceptuales tridimensionales*. Actas de la XI Conferencia Nacional de Física e VIII Encontro Ibérico Para o ensino da Física. Porto (Portugal).104-105

MONTANERO, F. M.; PÉREZ, A. L.; SUERO, M.I. y MONTANERO, M. (1998). *Aplicaciones de los mapas tridimensionales a la enseñanza de la Física desde la teoría de la elaboración*. Actas de la XI Conferencia Nacional de Física e VIII Encontro Ibérico Para o ensino da Física. Porto (Portugal).141-142

MONTANERO, M. (1994). *Aportaciones de nuevos elementos al modelo constructivista de enseñanza-aprendizaje. Aplicaciones a la Enseñanza de la Física*. Tesis doctoral. UEX

MONTANERO, M. ; SUERO, M.I.; PÉREZ, A.L.; CALVO, J.L.; PEÑA, J.J. y RUBIO, S. (1992) *Naturaleza y coherencia de las concepciones espontáneas acerca del principio de acción y reacción*. Actas de la VIII Conferencia Nacional de Física e II Encontro Ibérico para o ensino da Física. Vila Real (Portugal). 528-529.

MONTANERO, M., PÉREZ, A.L.y SUERO, M. I. (1996). *Un método nuevo para resolver y (y comprender) fácilmente los problemas de dinámica*. Publicaciones Uex, 1-50. ISBN 84-7723-234-2.

MONTANERO, M., SUERO, M. I. y PÉREZ, A.L (1996). *El Quién-Qué-Cúal de las fuerzas*. Alambique 7, 97-109

MONTANERO, M.; PEÑA, J.J.; CALVO, J.L. y SUERO, M.I. (1991) *Aproximación al análisis comparativo de preconcepciones en Mecánica*. Publicación Instituto de las Ciencias de la Educación de la Uex, 1, 287-295. ISBN: 84-86782-13-3.

MONTANERO, M.; PÉREZ, A.L. y SUERO, M.I. (1995) *Survey of student and teacher conceptions of action-reaction in Dynamics: implicit alternative theories are manifest in the consistency of incorrect responses*. *Physics Education*.30, 277-283. Inglaterra.

MONTANERO, M; MONTANERO, M. (1998). *Secuencia de contenidos de ciencias mediante la teoría de la elaboración*. *Boletín del Ilustre Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias.*, 95, p.20-21

MONTANERO, M; MONTANERO, M; PÉREZ, A. L; SUERO, M^a I. (1999). *Utilización de la Teoría de la Elaboración en la secuenciación de contenidos en Física* .*Educación Abierta*,140; p.103-146, ICE Universidad de Zaragoza.

NOVAK, J. D., Y GOWIN, D. B. (1988): *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.

NOVAK, J.D. (1979). *The reception learning paradigm*. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(6), 481-488.

NOVAK, J.D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Ed. Alianza.

NOVAK, J.D. (1990). *Concept Maps and Vee Diagrams: Two meta - cognitive tools to facilitate meaningful learning*. *Instructional Science*, 19(1), 29-52.

NOVAK, J.D. (1991). *Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor investigador*. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 215-228.

NOVICK, S., y NUSSBAUM, J. (1981): *Pupils' understanding of the particulate nature of matter: a cross-age study*. *Science Education*, 65, 2, p. 187.

ORTON, A. (1988). *Learning Mathematics*. Ed. Cassell. Londres.

PALACIOS, J.; MARCHESI, A. y COLL, C. (1990). *Desarrollo psicológico y educación*. Madrid: Alianza Editorial, S.A.

PEÑA, J.J.; CALVO, J.L.; RUBIO, S.; SUERO, M.I. y PÉREZ, A.L. (1991) *Estudio de preconcepciones y errores conceptuales sobre calor y temperatura en diferentes niveles del sistema educativo*. *Actas de la XXIII Reunión Bienal de la Real Sdad. Española de Física*. Valladolid. 125-126.

PEÑA, J.J.; CALVO, J.L.; SUERO, M.I. y SUÁREZ, M.P. (1989). *Mapas Conceptuales en Física Médica: Experiencia 86-87*. *Actas del VI Congreso Nacional de Física Médica*. Sociedad Española de Física Médica. Cátedra de Física Médica. Universidad de Extremadura.1, 97-106.

PÉREZ, A. L.; SUERO, M. I.; MONTANERO, M. y MONTANERO, F. M. (1998): *Mapas de experto tridimensionales utilizados para aplicar la teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein a algunos temas de Física*. *Publicaciones UEX*. ISBN: 8416-761-5.

PÉREZ, A.L., SUERO, M. I. y MONTANERO, M. (1997). *Tratamiento de los Temas Transversales en los cursos de formación del profesorado de Educación Secundaria del Área*

de Ciencias de la Naturaleza. Enseñanza de las Ciencias. Número Extra del V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias.

PÉREZ, A.L.; SUERO, M.I.; CALVO, J.L.; PEÑA, J.J.; MONTANERO, M. y RUBIO, S. (1993) *Preconcepciones y errores conceptuales en Mecánica*. Actas de la XXIV Reunión Bienal de la Real Sdad. Española de Física. Jaca. DI20.

PÉREZ, A.L.; SUERO, M.I.; MONTANERO, M. y MONTANERO, F. M. y MARTÍN, M. (1998): *Mapa de experto tridimensional de Electricidad*. Publicaciones UEX. ISBN: 8416-765-8

PÉREZ, A.L.; SUERO, M.I.; MONTANERO, M. y MONTANERO, F. M. y SOLANO, F. (1998): *Mapa de experto tridimensional de Dinámica*. Publicaciones UEX. ISBN: 8416-763-1

PÉREZ, A.L.; SUERO, M.I.; MONTANERO, M. y MONTANERO, F. M. y GIL, J. (1998): *Mapa de experto tridimensional de Óptica*. Publicaciones UEX. ISBN: 8416-762-3.

PÉREZ, A.L.; SUERO, M.I.; MONTANERO, M. y MONTANERO, F. M. y RUBIO, S. (1998): *Mapa de experto tridimensional de Termodinámica*. Publicaciones UEX. ISBN: 8416-764-X

PÉREZ, A.L.; SUERO, M.I.; RUBIO, S.; CALVO, J.L.; PEÑA, J.J. y MONTANERO, M. (1994) *La Bibliometría como técnica de apoyo a la investigación. Estudio bibliométrico acerca del calor y temperatura*. Publicación Instituto de las Ciencias de la Educación de la Uex, 1, 159-162. ISBN: 84-86782-21-X.

PÉREZ, A.L. y SUERO, M. I. (1997). *La formación del profesorado de Educación Secundaria. El color como tema transversal*. IV Congreso Nacional del Color. Jarandilla de la Vera (Cáceres).

PIAGET, J (1969). *La Psicología y Epistemología*. Ariel. Barcelona.

POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P., y GERTZOG, W. (1982): *Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change*. Science Education, 66, 2, pp 211-227.

POZO, J. I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Ed. Visor. Madrid

POZO, J. I. (1989): *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.

POZO, J. I. (1990). *Una forma de aprender*. Cuadernos de pedagogía. 180, 26.

POZO, J. I., y CARRETERO, M. (1987): *Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas. ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?*. Infancia y Aprendizaje, 38, 35-52.

POZO, J.I.; LIMON, M. y SANZ, A. (1991). *Conocimientos previos y aprendizaje escolar*. Cuadernos de Pedagogía, nº 188, 12-13.

RODRIGO, M. J. (1985): *Las teorías implícitas en el conocimiento social*. Infancia y Aprendizaje, 31 -32, 145-156.

- RUBIO, S.; CALVO, J. L.; SUERO, M. I.; PÉREZ, A. L.; PEÑA, J. J. y MONTANERO, M. (1992) *Evolución de los conceptos en torno a calor y temperatura en los diferentes niveles del sistema educativo mediante mapas conceptuales*. Actas de la VIII Conferencia Nacional de Física e II Encontro Ibérico para o ensino da Física. Vila Real (Portugal). 622-623.
- RUBIO, S.; SUERO, M.I.; MONTANERO, M.; CALVO, J.L.; PÉREZ, A.L. y PEÑA, J.J. (1991) *Persistencia de algunas preconcepciones erróneas en dinámica*. Actas de la XXIII Reunión Bienal de la Real Sdad. Española de Física. Valladolid. 155-156.
- RUBIO, S.; SUERO, M.I.; PÉREZ, A.L.; CALVO, J.L.; MONTANERO, M. y PEÑA, J.J. (1994) *El calor y la temperatura en el Curso de Orientación Universitaria: errores conceptuales*. Publicación Instituto de las Ciencias de la Educación de la Uex, 1, 149-158. ISBN: 84-86782-21-X.
- S. RUBIO, J. L CALVO, M, I. SUERO, A. L. PÉREZ, J. J. PEÑA, y M. MONTANERO. (1995) *Misconceptions about heat and temperature*. Thermodynamics and Statistical Physics (Teaching Modern Physics). World Scientific. Editors M.G. Velarde and F. Cuadros, 282-286 ISBN: 981-02-2417-6.
- SEGURA, D. (1991). *Una premisa para el cambio conceptual: El cambio metodológico*. Enseñanza de las Ciencias, 9(2), 175-180.
- SEMINARIO DE FISICA y QUIMICA del Servei de Formació Permanent de la Universitat de Valencia (1989): *La construcción de las Ciencias físico-químicas*. Valencia: Nau Llibres.
- SERRANO, T. (1987): *Condicionantes del aprendizaje de las ciencias*. Las ideas de los alumnos, en MARCO, B., et al.: *La enseñanza de las Ciencias Experimentales*. Narcea.
- SHAYER, M. y ADEY, P.(1984). *La ciencia de enseñar ciencia*. Narcea: Madrid. 118-119.
- STENHOUSE, L. (1984). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid: Morata.
- SUÁREZ, P.; RODRIGUEZ, J.; SUERO, M. I.; CALVO, J.L.; y PEÑA, J.J. (1989). *Elaboración de mapas conceptuales en Física*. IV Jornadas de COU. Publicaciones del ICE. U.E.X. 159-163. ISBN: 84-86782-03-1
- SUERO M.I.; PÉREZ, A.L.; CALVO, J.L.; MONTANERO, M.; PEÑA, J.J. y RUBIO, S. (1995) *Enseñanza de la física desde una perspectiva constructivista en los diferentes niveles del sistema educativo: determinación de preconcepciones y su corrección mediante el uso de mapas conceptuales*. Proyecto financiado por el C.I.D.E.
- SUERO M.I.; PÉREZ, A.L.; CALVO, J.L.; MONTANERO, M.; PEÑA, J.J. y RUBIO, S. (1995) *Enseñanza de la física desde una perspectiva constructivista en los diferentes niveles del sistema educativo: determinación de preconcepciones y su corrección mediante el uso de mapas conceptuales*. Proyecto financiado por el C.I.D.E.
- SUERO, M. I., PÉREZ, A.L. y MARTIN-DELGADO, M.J. (1994.). *La Óptica en el Nuevo Bachillerato: su enseñanza desde una perspectiva constructivista*. IV Reunión Nacional de Óptica. Granada.

SUERO, M. I., PÉREZ, A.L., MARTIN-DELGADO, M.J y J. BARATA. (1994.). *Experiencia didáctica en seminarios de Óptica.) Qué más nos pueden decir los alumnos sobre el color?* III Congreso Nacional del Color. Granada.

SUERO, M. I.; PÉREZ, A. L y. MARTIN-DELGADO, M. J.(1994). *Pero...¿De verdad sabemos lo que es el color?* III Congreso Nacional del Color. Granada. 85-86.

SUERO, M. I.; PÉREZ, A. L y. MARTIN-DELGADO, M. J.(1994). *Preconcepciones en Óptica: su persistencia en niveles universitarios.* IV Reunión Nacional de Óptica. Granada. 391-392

SUERO, M. I.; PÉREZ, A. L. y MONTANERO, M.(1997) *La formación del profesorado de Educación Secundaria del Área de Ciencias de la Naturaleza. Experiencia personal.* Enseñanza de las Ciencias. Número Extra del V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Septiembre .

SUERO, M. I.; PÉREZ, A. L.; MONTANERO, M. y RUBIO, S.(1997) *Preconcepciones sobre el color: Su persistencia en niveles universitarios.* Actas del IV Congreso Nacional del Color. Jarandilla de la Vera (Cáceres).198-199

SUERO, M.I., CALVO, J.L., PEÑA, J.J., PÉREZ, A.L y RUBIO, S. (1991). *Consideraciones sobre el nivel de conocimientos básicos de Física en universitarios y postgraduados.* Publicaciones ICE. Universidad de Cádiz. 490-496

TAMIR, P. (1989). *Concept Mapping for evaluation and planning.* Science Education, 73(1), 59-69.

TIGBERHIEN, A.; DELACOTE, G.; GHIGLIONE, R. y MATALON, B. (1980). *Conceptions de la lumière chez l'enfant de 10-12 ans.* Revue Francaise de Pédagogie, 50, 24-41.

VALCÁRCEL, M.V.; PRO, A.; BANET, E. y SÁNCHEZ, G. (1990). *Problemática didáctica del aprendizaje de las Ciencias Experimentales.* Universidad de Murcia.

VON GLASERSFELD, E. (1989). *An exposition of Constructivism: Why some like it radical?.* Scientific Reasoning Research Institute Newsletter, 3(1), 17-20.

WATTS, D.M. (1985). *Students' conceptions of light: a case study.* Physics Education, 20(4), 183-187.