

4)

1

" INVESTIGAR EN EL AULA: UNA NECESIDAD PARA ALUMNOS Y PROFESORES DE CIENCIA".

José Pedro García Martín. (De ALKALI, Grupo de Ciencias)

1.- INTRODUCCION

1.1.- Objeto de la ponencia:

Pretende esta ponencia reflexionar sobre la diferente problemática que a los Profesores de Ciencia se les plantea en la enseñanza de la misma.

Cuestiones como: 1) Modo tradicional de enseñar Ciencia; 2) alternativas que hoy se buscan en este País; y 3) posibilidades de los enseñantes para realizar investigaciones sobre este tema, intentan analizarse desde una óptica común, que es la aportación que el Método Científico puede dar tanto a los alumnos, en cuanto que permita una seria contribución a la formación de su espíritu científico, como a los profesores que les pueda acercar a una enseñanza más racional y acorde con el modo de hacer y de desarrollarse la propia Ciencia.

No se busca agotar ninguno de los aspectos que ofrece el tema, sino que por el contrario, se desea dejarlos simplemente planteados, para que un debate amplio sobre el mismo nos permita encontrar nuestras propias alternativas a una renovación en la enseñanza de las Ciencias, que cada día se nos hace más imperiosa.

1.2.- Breve historia de la renovación en la Enseñanza de las Ciencias:

En este tema, como en tantos otros y por razones conocidas de todos, fueron otros países extranjeros, especialmente los sajones, los que iniciaron en la década de los 60 la renovación en la Enseñanza de las Ciencias.

No puede olvidarse la aportación que especialmente han tenido, entre otros, los:

- CBA (Chemical Bond Approach Project) (1) que iniciaron en el año 1959 en USA nueve profesores de Química de Centros Superiores y otros nueve de Enseñanza Media.

- Nuffield (Nuffield Science Teaching Project) (2), proyecto iniciado en el Reino Unido en el año 1962, en el que 160 profesores y unos 500 alumnos de 170 centros escolares programaron, realizaron y depuraron este proyecto, dedicado a la enseñanza de la Física, Química y Biología a nivel elemental-medio, para alumnos entre 11 y 16 años.

- PSSC (Physical Science Study Committee) (3), grupo de Profesores de Universidad y Enseñanza Media que a partir de 1956 surge en USA y produce un curso, cuyo objetivo es presentar a la Física no como un conglomerado de fenómenos, sino básicamente como un proceso continuo que permite a los hombres la búsqueda de la comprensión de la naturaleza del mundo físico.

Así podrían citarse elevado número de otros proyectos, algunos como el SAPA (Scienza: A Process Approach (La ciencia: un enfoque del proceso)), preparados para niños de 5 a 13 años de edad, proyecto de ciencia globalizada donde se tienen en cuenta las teorías de Piaget sobre el desarrollo intelectual del niño.

De todos modos, para una revisión exhaustiva de los mismos deberían consultarse las monografías adecuadas (6), aunque una revisión superficial puede encontrarse en el libro de L. Rosado Borbero: Didáctica de la Física (4) y un análisis detallado de las características de algunos de estos proyectos pueden encontrarse en la siguiente bibliografía: (5), (7), (8), (9).

Todos estos cursos fueron diseñados con la intención de mejorar el aprendizaje acerca de, y a través de, la Ciencia. En ella se da más relieve a la comprensión y uso de la Ciencia, que al recuento de sus hechos. La mayor parte de estos proyectos tienen en común la noción de que los estudiantes deben aumentar su apreciación sobre el papel de la Ciencia en la Sociedad y en la vida cotidiana.

En este sentido, se observa en los proyectos que continúan desarrollándose una clara tendencia a enfatizar en los estudiantes de todos los niveles, el propósito social de la Ciencia y el papel que juega esta en la Sociedad, (10), (11).

Las tendencias internacionales más recientes en el nivel primario apuntan hacia la naturaleza interdisciplinaria de la Ciencia, habiendo aparecido

ya numerosos proyectos de Ciencia Integrada (12) y (13).

En el nivel secundario, los proyectos apuntan hacia: a) Mayor interacción entre Ciencia y Sociedad; b) Naturaleza interdisciplinaria de la Ciencia; y c) Necesidad de desarrollar al individuo. (14)

1.3.- Panorama de la renovación de la Enseñanza de las Ciencias en España:

Aunque nuestro país esté lejos todavía del nivel de renovación y de investigación educativa en el Área de las Ciencias que sería deseable, hoy se nos ofrece un panorama alentador.

Son cada vez más numerosas las aportaciones que apuntan en este sentido. Por hacer una simple aproximación, podríamos citar algunas de las más significativas:

Revistas: Enseñanza de las Ciencias, revista de investigación y experiencias didácticas editada por el ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona; Cuadernos de Pedagogía, revista ya con gran tradición entre los enseñantes, que periódicamente dedica páginas especiales en sus Cuadernos de Ciencias; Nueva Revista de la Enseñanza Media, revista editada por el Ministerio de Educación y Ciencia, que vino a sustituir a Revista de Bachillerato y que no siendo específica de Ciencia, también recoge numerosos artículos sobre este área; Infancia y Aprendizaje (35), aparecida en el año 1978 en Madrid que ya ofrece suficiente cuerpo teórico-práctico sobre orientaciones en investigación educativa, psicología del desarrollo, psicopedagogía, metodología, etc. Muchos de dichos trabajos aportan información sobre aspectos relacionados con la enseñanza de las Ciencias (36); etc.

Proyectos: Siguiendo en cierta medida la pauta marcada por sus antecesores europeos y norteamericanos, y con objetivos similares a ellos, surgen en nuestro país desde finales de los 70 una serie de proyectos de renovación en la enseñanza de las Ciencias. Entre ellos podríamos citar: CIB (Ciencia Integrada en el Bachillerato) (15), del que se pueden conseguir referencias en (16) o (17); PEICE (Proyecto de Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales) (18) del que se pueden leer características en (19); "Faraday" (20) del grupo de Ciencia Recerca del ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona; PEAC (Proyecto Experimental en Área de Ciencias de la Naturaleza) (21); etc.

Libros: Son numerosos los libros que se han publicado y siguen haciéndolo, y no cabe aquí hacer relación de ello, aunque por citar algunos en concreto podríamos hablar del publicado por E. Fernández Uría (22), interesante por el análisis conceptual que hace del conjunto de factores intervinientes en el proceso didáctico, congruente con la propia naturaleza de la Ciencia. Tiene también especial interés el publicado por el ICE de Valencia, por Calatayud y otros (23), del que pueden encontrarse referencias en (24) o (25), y donde se defiende la necesidad de cambiar las "prácticas tradicionales" por pequeñas investigaciones de laboratorio que contribuyan a la formación del espíritu científico de los alumnos. Algunas referencias a libros españoles entre los años 1.971 - 1.979 sobre temas relacionados con Enseñanza de las Ciencias pueden encontrarse en (26).

Publicaciones con entidad y fines similares podrían considerarse los programas-guía que están siendo potenciados por algunos ICE, por ejemplo el de la Universidad de Valencia(27), como así mismo, las conclusiones de diferentes seminarios especializados (28), e incluso diferentes libros de texto como (29) y (30).

Artículos: Respecto a este tema, resulta absolutamente inabordable dado el elevadísimo número de artículos que pueden encontrarse sobre la renovación en la Enseñanza de las Ciencias. Consultas concretas habría que hacerlas en la bibliografía adecuada. Resumiendo de modo muy genérico, las aportaciones apuntan hacia experiencias didácticas de renovación, detección de errores conceptuales, elaboración de materiales didácticos renovados, introducción de la Historia de la Ciencia en la enseñanza de las Ciencias, evaluación de aprendizaje, métodos didácticos, etc.

Grupo de Trabajo, Seminarios Permanentes y Talleres de Ciencia: Es en este tema donde de modo particular se comprueba el importante movimiento de renovación que se está produciendo en el Estado Español en el área de la Enseñanza de las Ciencias. Información sobre los mismos, nombres, componentes, niveles educativos de trabajo, publicaciones y dirección de los mismos pueden encontrarse en (31), (32) y (33).

Otras actividades: Aquí queríamos hacer mención al elevado número de encuentros, jornadas, congresos, etc que sobre temas relacionados con la Enseñanza de las Ciencias en múltiples aspectos se vienen celebrando en diferentes comunidades del Estado Español y de los que pueden obtenerse algunas referencias en los números ya publicados en la revista Enseñanza de las Ciencias.

También cabe hacer alguna referencia a las aportaciones que comienzan a realizarse sobre educación educativa en didáctica de Ciencias, desde algunas Universidades, materializadas en Tesis y Tesinas y de las que también pueden obtenerse referencias en la revista citada.

Por último una referencia a los diferentes centros de documentación existentes en España. Son ya numerosos los existentes. En Extremadura contamos con la inestimable posibilidad de la Red INCA, a través de la cual es posible la consecución de bibliografía y el acceso a los ficheros internacionales de información. Otro centro de interés sería El Centro Didáctico de Ciencias Experimentales (Sacristans, 3ª pral 2ª) de Barcelona; el Servicio de "Revista de Revistas" del ICE de la U.A.B., con un fondo de más de 200 publicaciones especializadas en el campo educativo, etc.

Respecto a Extremadura, son pocas las aportaciones que tenemos en el campo de la renovación en la Enseñanza de las Ciencias, o en investigación educativa en este área.

En cuanto a grupo de trabajo podemos comentar el desaparecido Seminario Didáctico de Física y Química de Profesores de Bachillerato de Badajoz, de corta vida y producción pero que promovió algunos cursos de perfeccionamiento de profesorado. Existe así mismo un Seminario Permanente de Ciencias Naturales de escasa actividad según nos parece comprobar, y acabamos de constituir el grupo de Ciencias "ALKALI" entre varios profesores de Bachillerato y algún profesor de Universidad.

Respecto a publicaciones existen algunas, como la producida por el Equipo de Física Médica (34) sobre la aplicación de la electrónica en la enseñanza de las Ciencias, o la que publicó el ICE de la UNEX sobre la coordinación E.G.B - B.U.P. en el área de Ciencias, y últimamente el libro publicado por el compañero Martín Habazo (46) sobre técnicas de laboratorio en Ciencias Naturales, libro clásico dentro de su temática, pero aportación de indudable interés práctico.

Sobre investigación educativa también son escasas las aportaciones. Que conozcamos son dos los proyectos que sobre este tema se han realizado, el de Juan Rodríguez, sobre "Aplicación de las teorías de D.P. Ausubel y J.D. Novak sobre adquisición de conceptos al aprendizaje de la Física y Química en B.U.P.-C.O.U." y el de A. L. Pérez Rodríguez sobre "Aplicaciones de un computador electrónico analógico (CEA) de bajo costo en la enseñanza de la Física", ambos terminados en el año 1983.

Globalmente, podemos considerar esperanzador el panorama que se nos presenta sobre la renovación de la enseñanza de la Ciencia, panorama que es de esperar sea potenciado desde el propio Ministerio a través de las reformas que en el campo de la enseñanza está promoviendo. La situación en Extremadura no la podemos evaluar con el mismo optimismo, pero esto dependerá de lo que en definitiva queramos los propios enseñantes extremeños.

2.- DESARROLLO

A partir de la panoràmica expuesta vamos a realizar una serie de reflexiones. La primera de ellas seria la de situar la renovaciòn de la Enseñanza de las Ciencias dentro de un marco mäs amplio, que seria el de la renovaciòn pedagógica que pretendemos y que abarca lógicamente a todas las áreas implicadas en la enseñaanza a todos los niveles. La problemática de esta renovaciòn serà relativamente comùn a dichas áreas, especialmente en cuanto a la metodología a seguir, aunque es lògico que luego cada una de ellas necesite de una cierta diferenciación por sus características particulares.

Nosotros vamos a hacer hincapiè especial en el área de las Ciencias, a la que nos dedicamos, aunque pensamos en la posibilidad de extender algunos de estos análisis a las demás áreas.

2.1.- Elementos que intervienen en la Enseñanza de las Ciencias. Algunas estructuras:

Queremos plantearnos el tema partiendo de la consideraciòn de tres campos a tener en cuenta,

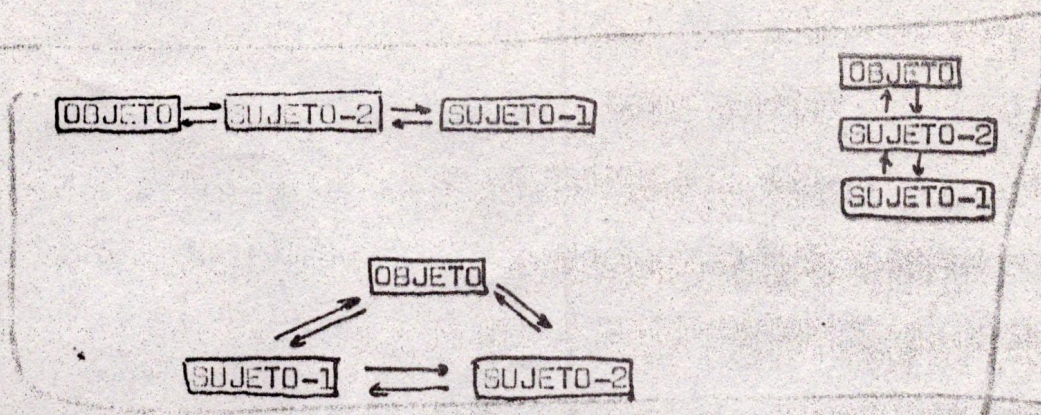
El de los alumnos (SUJETO 1), elementos destinados al aprendizaje.

El de los profesores (SUJETO 2), elementos destinados a la preparaciòn de los primeros.

El de la Ciencia (OBJETO), que provocarà la interacciòn de los sujetos anteriores.

Estos campos no solamente son figuras tìpicas, sino que cada una de ellos viene definido por unas características propias, que los definen y diferencian, y por unas operaciones que los relacionan entre si. El conocimiento de las estructuras de cada campo y de las operaciones de relaciòn permitirà realizar con la màmima eficacia la enseñaanza- aprendizaje de la Ciencia, uno de los objetivos finales de la renovaciòn pedagógica en este área.

Una de las cuestiones que plantea la anterior clasificaciòn es cual serà la disposiciòn relativa que pueden adoptar los campos citados. Algunas posibilidades serían:



Estas, y otras que podrían buscarse, tendrían sus características y resultados bien diferenciados

La primera supone una relación horizontal, por tanto, de equilibrio entre cada uno de los campos operativos. Las Ciencias serían objetos próximos, alcanzables, situados en el entorno de profesores y alumnos, con posibilidades de interesarles y de ser manipuladas, y en definitiva, de ser adquiridas por estos. Cabe destacar que a pesar de todo ello, el sujeto-1 recibe una consideración secundaria, adquiere una posición comparativamente más alejada del objeto, y al sujeto-2 se le hace jugar un papel de intermediario, de filtro e interpretador del objeto, y en cierta medida, provocador de cierta perturbación en las relaciones entre este y el sujeto-1.

La segunda estructura parece inducir a consideraciones similares, acompañadas del hecho diferenciador de que ahora las relaciones son en vertical, lo que hace modificar en sentido peyorativo las relaciones que se daban antes. La subordinación aparece de modo más claro, y el efecto "gravitatorio" de los dos campos superiores hará más "pesada" la labor de adquisición del objeto y más "duras" las relaciones con el sujeto-2.

Una mirada a la tercera estructura permitirá encontrar una alternativa más equilibrada que las anteriores. Si bien las características de cada campo se mantienen, no así las relaciones, que se tornan equiparables, inmediatas e interrelacionadas. El objeto a alcanzar, con su posición relativa superior, está a disposición de ambos sujetos, que deberán relacionarse con él para una adquisición significativa del mismo; a su vez, ellos podrán incidir en él, convirtiéndolo al final en objeto colectivamente adquirible y manipulable, capaz de provocar el interés y dedicación de ambos sujetos. Las relaciones mutuas entre estos sólo harán facilitar la labor que correspon-

de a cada uno de ellos, sin matices de dependencias o paternalismo, sin necesidad de intermediarios perturbadores.

2.2- Modelos básicos en la Enseñanza de las Ciencias:

A partir de estos planteamientos, que a nuestro modo de ver recogen un extenso número de situaciones reales de clase, vamos a abandonar las especulaciones para referirnos a situaciones más concretas.

Quando se analizan los modelos de enseñanza que seguimos en nuestras clases, o se leen las experiencias y propuestas que continuamente van apareciendo en la bibliografía, encontramos que la mayoría de ellos tienden a girar en torno al binomio ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS- FAMILIARIZACION METODOLOGIA CIENTIFICA. El modo de resolverlo es variado, pero aparecen tres paradigmas o modelos básicos (37): 1) La transmisión verbal; 2) el descubrimiento autónomo, y 3) el descubrimiento dirigido, llamado por algunos método de la formación científica.

A la hora de inclinarse por alguno de estos modelos habrá que tener en cuenta sus características respectivas, su concepción de la Ciencia y al papel que conceden a profesores y alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

a) Modelo de transmisión verbal: Correponde esta metodología a las escuelas tradicionales (intelectualistas), aunque últimamente han sido rescatadas, dignificadas, y fundamentadas por la escuela de Ausubel (38) y (39), y Novak (40), (41), lo que ha dado lugar a numerosas publicaciones, de las que desconocemos sus consecuencias y posibilidades educativas, y que suelen traducirse en estrategias tales como los mapas de conceptos y mapas V de Gowin's (42), (43), (44). En el transcurso del seminario supongo que conoceremos y tendremos ocasión de debatir estas teorías expuestas por Juan Rodríguez, que ha trabajado sobre las mismas.

Siguiendo a Taibo Caballero (45) podríamos decir que en este modelo de enseñanza aparece la Ciencia como conjunto histórico de aportaciones, de conocimientos acumulados, que indirectamente pueden dar la idea, falsa, de una Ciencia ya totalmente elaborada.

El alumno suele percibir la sensación de que su papel está en la asimilación de conocimientos aislados, ante la que adopta una actitud de pasividad, porque el método que generalmente utilizará será el de memorización, adecua-

do para un aprendizaje por imitación. El rol del profesor quedará en ser un transmisor de conocimientos, intermediario entre la Ciencia y el alumno, situado a su lado o por encima de él.

Aunque indudablemente la guía del profesor facilitará la adquisición significativa de conocimientos, para que esto ocurra, el alumno deberá realizar un proceso de relación y diferenciación de los conceptos adquiridos, al tiempo que tendrá que integrarlos con los ya existentes.

Este método plantea una serie de dudas:

- ¿Serán suficientemente significativos los conocimientos que deba asumir el alumno cuando no han respondido a problemas planteados previamente por ellos?
- ¿La transmisión verbal favorecerá o perjudicará la actividad del alumno en el proceso de relación-diferenciación de conceptos?
- ¿No quedarán convertidos los trabajos prácticos de los alumnos en unas manipulaciones o comprobaciones?
- ¿Cuál es la capacidad de transferencia del alumno sometido a esta metodología a la hora de resolver un problema? ¿Elaboran soluciones o solamente comprenden y memorizan, y entonces "reconocen" problemas nuevos, o abandonan? (50)

Por último, querríamos apuntar las dudas que nos plantea la aplicación de este método por la gran diferencia existente entre el modo como trabaja y se desarrolla la Ciencia y la forma en que los alumnos se aproximan a ella y la adquieren.

b) Modelo por descubrimiento autónomo: Según comenta y analiza Daniel Gil (37), fue la respuesta a una enseñanza de las Ciencias casi exclusivamente centrada en los contenidos, la que inicialmente provocó el boom de una nueva práctica educativa, que pretendería acercar contenidos y métodos, realzando el papel educativo de éstos.

De acuerdo con ello, gran número de experiencias renovadoras pondrían un énfasis especial en la actividad autónoma de los alumnos, llegando a rechazarse, como señala Ausubel (39) cualquier tipo de guía o dirección en el aprendizaje. El proceso de aprendizaje estaría presidido por planteamientos empiristas, que conciben que la solución de los problemas se obtiene de modo suficiente mediante la inducción de datos empíricos. Esta tendencia llevada a sus extremos, tiene ciertas consecuencias:

El método del descubrimiento autónomo indirectamente concibe el desarrollo como proceso de maduración espontánea, soslayando el desarrollo evolutivo del conocimiento científico de los alumnos. Su carácter "no-directivista" no parece coincidir con el carácter social, colectivo y dirigido que tiene el trabajo científico. No olvidemos que el conjunto teórico que actualmente la Ciencia posee es resultado de generaciones de investigadores (carácter colectivo, social) y que el trabajo científico responde cada vez más a estructuras institucionalizadas (47), donde la labor de los individuos es orientada por líneas de investigación establecidas.

El planteamiento radicalmente empirista olvida uno de los principales aspectos del trabajo científico, que es la emisión de hipótesis o el diseño de experimentos (48), lo que convierte a los trabajos prácticos en meras manipulaciones, llegando incluso el planteamiento empirista a la resolución de problemas (49).

Este modelo educativo plantea igualmente dudas importantes:

-Si lo fundamental son los planteamientos empiristas, carece de importancia la elección de contenidos, pero, ¿una serie de experiencias inconexas proporcionarán al alumno lo fundamental de una materia?

-¿No se tiene el riesgo de obtener un conjunto de adquisiciones dispersas?

-¿No podría ocurrir que remedar los aspectos más superficiales del método científico podría conducir a aprender poco de la materia y menos del método? (39)

c) Modelo por descubrimiento dirigido: Este modelo, también llamado de la formación científica es ampliamente defendido en la bibliografía. Pretende acercar al alumno a la metodología científica, desarrollando unos contenidos que se consideren representativos, mediante actividades que permitan rehacer, en cierta medida, el proceso histórico en el que los fenómenos fueron estudiados, y realizados de forma coherente con la metodología científica.

Parte este modelo de las características esenciales del quehacer científico (37): 1) el método científico no es un conjunto de reglas perfectamente definidas a aplicar mecánicamente (51, 52....); 2) el origen y la finalidad del trabajo científico se encuentra en los modelos conceptuales, en las

teorías; ello incluye la posibilidad de rupturas, a veces revolucionarias, del modelo vigente en cierto campo, dando lugar a la aparición de nuevas concepciones teóricas; 3) importancia del pensamiento divergente, que se concreta en la invención de hipótesis, o del propio diseño de experimentos, y 4) carácter social, colectivo y orientado del desarrollo científico.

Según este modelo, una enseñanza acorde con el proceso de producción científica estaría basada en (37):

1) La estructura cognoscitiva de los alumnos como punto de partida:

Los alumnos no llegan a la enseñanza vacíos de ideas y estructuras intelectuales, por el contrario, la adquisición de nuevos conceptos será una labor difícil, que necesitará de conexiones entre estas y las ya existentes, mucho más interiorizadas (53). Las representaciones de los alumnos son de una gran tenacidad y no se dejan abolir fácilmente por una enseñanza sistematizada (54), sino que a veces se conoce contra un conocimiento anterior, destruyendo otros mal hechos (55). Decía Ausubel (38), simplificando el problema: " Si yo tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enumeraría este: Averigüese lo que el alumno ya sabe y enséñese consecuentemente".

En estos temas de: errores conceptuales, dificultad de erradicación de los mismos y papel de la estructura cognoscitiva previa en el aprendizaje, se está desarrollando una importante labor de investigación.

En conjunto, parece ponerse de manifiesto un cierto paralelismo entre la evolución histórica de la Ciencia y la adquisición de ideas por el niño (56), por lo que algunos cambios de estos no serían simples eliminaciones de errores, sino que presentan dificultades similares a las de verdaderas revoluciones científicas.

Será conveniente, por lo tanto, traducir las aportaciones de la epistemología genética o al menos inspirarse en ella a la hora de desarrollar los programas escolares (57)

2) Actividad coherente con la metodología científica: Dado el paralelismo entre evolución de la Ciencia y evolución del conocimiento científico en los alumnos, parece razonable utilizar el método empleado por aquella, para ayudar a la adquisición de conocimientos y desarrollo intelectual de estos.

La modificación de esquemas conceptuales de los alumnos no podrá reducirse a simples exposiciones o clarificaciones del profesor, apareciendo la necesidad de emisión-contrastación de hipótesis como motor de cambio, lo que permitirá

unir el pensamiento divergente al rigor del experimento en condiciones controladas.

Actividades como observación rigurosa (bien sea personal o de recogida bibliográfica), emisión de hipótesis explicativas, diseño y realización de experimentos y análisis de resultados, permitirán al alumno mostrar sus propias ideas y le ayudarán a modificar su estructura cognoscitiva, superando los "errores conceptuales" y favoreciendo un aprendizaje significativo.

3) Papel del trabajo colectivo y orientado de los alumnos: Anteriormente ya se han hecho comentarios sobre el carácter social, colectivo y orientado del quehacer científico, así como la necesidad de actividades coherentes con este.

La importancia de la "actividad" y de la "interacción social" en el desarrollo intelectual ya fueron estudiados por Piaget (51), decidido defensor del trabajo en equipos, en base a los resultados de sus investigaciones. Pero son otras muchas contribuciones las que se han ido produciendo sobre este tema, aplicadas algunas a la enseñanza (58). Un amplio panorama de esta investigación es presentado por Ausubel quien une a una amplia bibliografía, el análisis contrastado de los resultados obtenidos por los distintos autores (38).

En definitiva, parece ponerse de manifiesto la gran ayuda que presta el trabajo colectivo, la discusión entre alumnos al desarrollo intelectual, especialmente en los aspectos menos establecidos o más controvertidos y en el cambio conceptual.

Por otra parte hay que resaltar el importante papel que este modelo hace jugar a la orientación del profesor que estará presente en la programación misma de las actividades a proponer a los alumnos, lo que evitará tanto una adquisición dispersa de conocimientos, como la realización de experiencias como si fueran recetas sin significado a priori. Esta orientación profesoral permitirá así mismo una enseñanza más individualizada.

Por último, decir que este modelo de enseñanza, esta situación de aprendizaje, tendrá eficacia en la medida que la misma esté suficientemente estructurada, jerarquizada, simplificada y expertamente programada.

Los tres modelos de enseñanza de la Ciencia aquí abordados, o mejor dicho, el primero y el último, ya que el modelo por descubrimiento autónomo está siendo abandonado, necesitarán de una adecuada investigación que valore, en la medi-

da de lo posible, las premisas de las que parte y los resultados que obtienen.

2.3 .- Investigación en el aula:

Llegados a este punto cabe justificar el título que damos a nuestra ponencia. Señalábamos allí dos elementos: alumnos y profesores, y una tarea común: investigar en el aula.

Es obvio que esta tarea tendrá su finalidad propia y diferenciada, según se trate de alumnos o de profesores, aunque la metodología puede ser comparable. Para unos, el papel de la investigación girará alrededor del aprendizaje de las Ciencias, para los otros apuntará hacia su tarea de la enseñanza de los mismos.

Cuando comentábamos las características de los modelos de enseñanza de la Ciencia, de alguna manera indicábamos el papel que cada uno de ellos hacía jugar a alumnos y profesores. Nosotros, basándonos más en intuiciones personales que en teorías o hechos experimentales, queremos inclinarnos por el último modelo: El de la formación científica (o aprendizaje por descubrimiento dirigido).

Según los planteamientos hechos en el mismo, la investigación del alumno en el aula, planificada, estructurada y dirigida por el profesor, le permitirá acercarse a la metodología científica, reproduciendo las ideas y los hechos científicos más relevantes, no por el simple juego de volverlas a poner de manifiesto, lo que no tiene mayor interés, sino para situarlos en condiciones de exteriorizar una idea preconcebida, contrastándola con la realidad y modificándola significativamente en su caso, adquiriendo en todo ello destreza, hábitos y técnicas que son comunes al quehacer de las Ciencias y aplicables a numerosas situaciones de su vida ordinaria,

Si se trata del alumno de E.G.B., este modelo de enseñanza debería recoger las aportaciones de la epistemología genética y aplicarlas a los programas escolares. Es interesante la lectura del artículo de Juan Delval sobre este tema (57). Si tenemos en cuenta que entender la ciencia es manejar razonamientos hipotéticos-deductivos, ello sólo será posible, aunque de modo incipiente, a partir de los 12-13 años, etapa en la que se inician las operaciones formales. Para llegar a estas, el alumno tendrá que pasar por etapas puramente lúdicas, a las que seguirán otras en las que irá reuniendo elementos que le permitirán elaborar conceptos para llegar luego a relacionarlos entre sí. La experimentación en estas etapas servirá como medio de apoyo idóneo, ya que el alumno asimilará de un modo práctico conceptos que le son intuitivos, manipulará materiales sen-

cillos y asequibles para él y realizará montajes simples. Todos los conocimientos, destrezas y hábitos adquiridos, sino lo han sido de un modo suficientemente sistemático como para darles carácter de "científicos", al menos si le serán de gran utilidad para su inmediato futuro.

Si se trata de alumnos de B.U.P., la utilización de la investigación como método de trabajo fomentará las dotes de observación, de medida rigurosa, de creatividad. El alumno ya está preparado intelectualmente para diseñar sus propios experimentos y planificar las operaciones concretas o formales a realizar, ya está preparado, en definitiva, para investigar según su propia capacidad. El ejercicio de la misma le permitirá desarrollar sus propios procesos analíticos-sintéticos.

LUEGO

La investigación del profesor de Ciencias dentro del aula adquiere otros matices, por ser diferente su finalidad. No pensamos que haya que convertir en investigadores a todos los profesores, ni que sea esta la única y más importante labor de un profesor. Como indica Delval (59) podrían señalarse varias funciones para el profesor: 1) Docencia, 2) orientación, 3) relación, 4) investigación.

Refiriéndonos a esta última cabría considerarla como motor de cambio, instrumento de reciclaje, medio de estar al día. Si estamos por el método de enseñanza de la Ciencias de la "formación científica", ya indicábamos la necesidad de conocer experimentalmente la validez de sus premisas, encontrar las dificultades que plantea, sintetizar en definitiva su teoría y su práctica.

La investigación en el aula se enmarca así dentro del campo de la investigación educativa aplicada, esta investigación parte de la realidad educativa y termina en norma de acción. Con ello parecen acercarse dos mundos que estando relacionados no siempre han estado coordinados. Hablamos de la investigación pedagógica y la realidad educativa, labor que tradicionalmente han realizado sectores de profesionales muy diferentes, de modo que las propuestas que en ocasiones se han hecho, no han conectado el resultado de la investigación con la problemática real del medio donde se producían la necesidad de esa investigación.

Con estos planteamientos, parece conveniente resaltar la necesidad de que los profesores formen parte de los equipos de investigación.

2.4.- Problemática de la investigación en el aula:

Colocándonos en una situación real del aula, la implantación en la misma de esta "doble investigación" de alumnos y profesores del área de Ciencias conlleva indudablemente una serie de dificultades que convendrá analizar.

La dificultad que plantea la investigación del alumno vendría condicionada, al menos, por dos factores, el número de alumnos por aula y la infraestructura de medios que poseen los centros.

Respecto al primero de los factores, poco se puede hacer; el eterno problema de los cupos de profesores hace inviable la reducción de alumnos por clase, no pareciendo que existan mejores perspectivas para un futuro próximo. Si la cuestión de la densidad de alumnos es penosa en la enseñanza tradicional de las Ciencias, se vuelve aún más agudo cuando se pretende una enseñanza basada en la formación científica, donde es imprescindible la labor orientadora del profesor, donde se sugiere mayor énfasis en la enseñanza individualizada y donde la contrastación experimental de hipótesis y discusión colectiva de resultados son el método permanente de trabajo en la clase. De este seminario convendría sacar diferentes conclusiones, una de las cuales debería referirse a la importancia que el número de alumnos por clase juega en una enseñanza renovada de la ciencia, al tiempo que se exigiera de la Administración el mayor esfuerzo para reducir dicho número.

Respecto al segundo de los factores, infraestructura, aquí la situación se plantea, desde nuestro punto de vista, de modo diferente. Es cierto que la infraestructura de los centros escolares extremeños no favorece una intensa dedicación a la experimentación escolar, esto quizás sea más acentuado en el medio rural que en el urbano. Pero convendría hacer cierta diferenciación. Por una parte de locales, por otra de medios de trabajo. Respecto a los primeros, los que conocemos son generalmente pequeños y obligan a trabajar en equipos que no juntan a más de 24-28 alumnos por laboratorio; introducir más, generalmente alrededor de los 40 que hay en las clases, se convierte en una aventura de final imprevisible. Las alternativas que se plantean ante esta situación van desde el desdoblamiento de grupos, si existen profesores que lo permitan, hasta el desánimo e inhibición del trabajo experimental.

En esta cuestión de locales habría que incluir el tema de las clases, las que si bien no suelen plantear problemas de espacio sí suelen tener graves

Problemas de funcionalidad. Especialmente quiero referirme a la disposición que adoptan los bancos, muchas veces anclados al suelo, frente a la pizarra desnuda y la mesa del profesor sobre la tarima. Esto obliga indirectamente a que cada uno de los sujetos del acto educativo adopte involuntariamente el rol de dependencia a superioridad que la enseñanza tradicional ha solido atribuirles. Queremos reivindicar aquí la necesidad de aulas modernas, más funcionales, con asientos móviles que permitan reordenar la disposición adoptada, cuando el desarrollo de la clase lo exija, y con medios audiovisuales que hagan más eficaz y faciliten la comunicación entre profesores y alumnos.

En cuanto a los medios disponibles se plantea otra cuestión. Hagamos reflexión y busquemos el coeficiente de utilización que damos a los medios que poseemos. En el caso particular de mi centro, encuentro un índice considerablemente bajo, lo que de algún modo me impide utilizar como coartada el argumento de falta de experimentación en base a la carencia de medios. A nuestro modo de ver el tema de los medios materiales es un problema secundario en la problemática de la experimentación escolar. Por supuesto que serían deseables buenas dotaciones para laboratorios, pero a veces la carencia de las mismas pueden ser suplida por la imaginación del profesor. Y con ello quiero apuntar hacia la posibilidad de planificar actividades suficientemente válidas y acordes con la metodología buscada, realizadas con un sencillo montaje y simples materiales, proveedores de los cuales pueden ser desde el cubo de la basura (materiales de desecho) hasta los tenderos de la esquina, ultramarcos, droguerías, ferreterías, papelerías, farmacia, etc. Y es en este campo donde también convendrá realizar un esfuerzo de imaginación para conseguir liberarnos de sofisticados y costosos equipos de materiales, tipo ENOSA, SOGERESA; etc., que en ocasiones producen más confusión que claridad en los alumnos que los manipulan.

Las dificultades que se plantean en la investigación del profesor son también numerosas y complejas. Quizás la primera dificultad que tendrá que superar el profesor que decida enseñar ciencias por el método de la "formación científica" va a ser el de la ruptura con sus anteriores concepciones, con sus modelos propios de referencia, y la adaptación a los nuevos. Luego, o simultáneamente, se va a encontrar con una deficiente preparación para los mismos,

Respecto a la bibliografía es numerosa la que podemos encontrar, especialmente para resolver los ítems 1-2. Así en cuanto al tema de los objetivos podemos recurrir a taxonomías clásicas, por ejemplo la de Bloom (61), para el campo intelectual, cuyos aspectos fundamentales pueden encontrarse en Fernandez Urfa (62), la de Krathwohl (63), para el campo afectivo y la de Harrow (64) para el campo psicomotor, o bien la taxonomía desarrollada por Klopfer (65) para el área de la enseñanza de las Ciencias. En cuanto a libros, por citar algunos, podrían consultarse (66)(7) (8) (9), (14), etc...

Respecto a la investigación del profesor, esta versará sobre los ítems 3,4 y 5 de modo que deberá buscar, seleccionar y secuenciar aquellos contenidos que, de entre los contemplados en los actuales programas escolares, mejor se adapten a la metodología perseguida; elaborando los temas a desarrollar y contemplando en ellos el papel que deberán jugar cuestiones como: planteamiento del tema, observación de fenómenos, elaboración de hipótesis, diseño de experiencias y realización de las mismas, análisis de datos, discusión de resultados, búsqueda bibliográfica, comunicación de resultados, ejercicios de aplicación, etc.

Por otra parte, la aplicación de esta metodología a la situación concreta de su clase será otra dificultad a resolver, cuestiones como distribución del tiempo, espacio de laboratorios, preparación de materiales, evaluación del rendimiento de los alumnos, compatibilización del laboratorio con otros profesores de su seminario que no sigan esta metodología, etc.

Particularmente será interesante comentar el tema de la evaluación, que deberá tratar de conocer el grado de conocimientos y destrezas que, o bien se poseen o bien se han ido adquiriendo, al tiempo que permita conocer la validez del método que se está aplicando y que confirmen o no las hipótesis que indujeron a elegir esta metodología y no otra.

Una evaluación inicial permitiría conocer el tipo de ideas que tienen los alumnos antes de abordar los nuevos conceptos, es decir, conocer sus preconceptos y los errores que puedan arrastrar, lo que facilitará la labor a desarrollar posteriormente.

Una evaluación final permitiría conocer el grado en que esos errores han sido superados, o la implantación que los nuevos conceptos han tenido. No le resultará fácil al profesor encontrar modelos de test que le permitan evaluar

los objetivos perseguidos, ya que algunos se refieren a cuestiones subjetivas y difíciles de evaluar, destrezas intelectuales, dominio del pensamiento hipotético-deductivo, actitudes, etc. Teniendo en cuenta que la memorización de conceptos es secundaria, los exámenes clásicos, útiles para esta tarea, no lo son para las que la nueva metodología se propone. En definitiva, la elección de objetivos y su especificación deberá ser lo más clara posible para facilitar al máximo la evaluación de los mismos.

Una última cuestión que quedaría por ver, sería la eficacia obtenida por esta metodología de enseñanza-aprendizaje aplicada a la situación real de la clase. Lógicamente, aquí también existe campo abierto a la investigación, ya que medir dicha eficacia será imprescindible para aceptar o no, la validez del modelo.

Aunque así planteada la tarea parece ardua, por el gran número de variables que intervienen, pensamos como decía Benito Estrella en uno de sus artículos de "Escuela de Verano" (67) que la investigación es fácil, y que a veces lo que necesitamos es poner una mayor voluntad, sin olvidar la necesidad que tenemos de una mayor formación psicopedagógica y científica que ayude a nuestra investigación educativa.

Hemos tratado de plantear el tema de la investigación en el aula en su conjunto, lógicamente a la hora de materializarla habrá que acotarla, abordarla por partes, y si ello fuera posible, dentro de un equipo de profesores-investigadores que estudiará el tema en su conjunto.

Una última idea que querríamos aportar sobre esta cuestión está en el trabajo de Novak (69) sobre la necesidad de una teoría que oriente la investigación y práctica educativa, "... personalmente, defiende la tesis de que una mejora fundamental de la educación puede provenir de la investigación educativa sólo en el caso de que dicha investigación se base en una teoría viable". Supone esto una advertencia de partida al tiempo que una crítica para ciertas investigaciones educativas realizadas, cuyas innovaciones son a veces "movimiento browniano, que cambian, sí, pero no van a ninguna parte".

2.5.- Investigación en el aula y reforma de la Enseñanza

Parece cada vez más inevitable, y el Ministerio de Educación y Ciencia así lo ha asumido, una reforma de las enseñanzas que trate de cambiar un viejo y obsoleto sistema de educación por otro más acorde con la estructura socio-

política y las necesidades que actualmente tiene el Estado Español.

Si la reforma que propone el Gobierno Socialista está o no de acuerdo con la realidad es algo que dejaremos debaten los compañeros del seminario correspondiente, aquí sólo vamos a hacer unas breves reflexiones.

Desde nuestro punto de vista existe una doble intencionalidad con la reforma, por una parte estructural y por otra metodológica. No vamos a hablar de la primera, que afectará a cuestiones básicas como ciclos, etc., sino que nos referiremos a la metodología, tanto en el fondo como en la forma, con la que se está desarrollando.

Respecto al fondo, no podemos sino coincidir con los planteamientos ministeriales. Refiriéndonos a la reforma de las enseñanzas medias (desconocemos el camino que está siguiendo la reforma de la enseñanza primaria), en su declaración de intenciones (70) se puede leer: "La reforma de las enseñanzas medias pretende remediar los grandes males que padece el actual sistema educativo: Elevado fracaso escolar, elección prematura del destino académico y profesional, injusta depreciación de la Formación Profesional, bachillerato excesivamente teórico, enseñanza meramente receptiva, programas recargados, falta de tiempo para el ocio y la creatividad..." "...preparar al alumno para la vida como persona y ciudadano.." "...dotar a los jóvenes de instrumentos y conocimientos indispensables para valerse en el mundo que les ha tocado vivir.." "...vincular la escuela a su entorno.." "...integración en estudios de teoría y práctica.." "...despertar la creatividad y el sentido crítico en el alumno.." "...proporcionarle la capacidad de seleccionar sus fuentes de información y conocimiento.."

A nosotros esto nos parece razonable, saludable y deseable, sobre todo si ello viene de las propias estructuras educativas, que existan o no las intenciones, o condiciones, de conseguirlo es otro tema.

Si seguimos analizando y miramos la metodología que en esa enseñanza se propone para el área de Ciencias Experimentales, no podemos sino seguir coincidiendo. Como objetivo final del primer ciclo se pretende: 1) Desarrollo satisfactorio de la habilidad de observación; 2) dominio de técnicas de clasificación; 3) familiarización con el pensamiento hipotético-deductivo, y 4) iniciación a la experimentación. Como medio de conseguir estos objetivos propone

una metodología multidisciplinaria con utilización permanente del método científico. Todo lo cual parece coincidir notablemente, al menos en la forma, con lo que a lo largo de esta ponencia hemos venido defendiendo.

Otra de las cuestiones que plantea la reforma es el modo como pretende llevarse a cabo. Desde el curso pasado se vienen realizando experiencias en centros ordinarios, tomados como experimentales, y para el próximo curso se va a extender a otros que están interesados. Aquí podría verse una cierta voluntad política, al tiempo que técnica, de que los propios enseñantes estén implicados en la reforma desde la misma base.

¿Cuál es el papel que el profesor de ciencias puede jugar en todo este proceso? Si la investigación en la clase ya estaba suficientemente justificada, ahora adquiere una nueva dimensión, ya que de algún modo podrá influir en que las mejoras educativas que se pretenden alcancen la mayor eficacia. Los cinco años de los que dispondrá la reforma en su fase experimental, parece un tiempo razonable para su contrastación experimental. No ocurrirá como otras reformas o innovaciones del sistema educativo, que o fueran imposiciones ministeriales precipitadas, no suficientemente contrastada con nuestra realidad, o traducciones baratas al castellano de propuestas extranjeras.

3.- CONCLUSIONES

A modo de resumen de lo analizado durante la ponencia, y por si pudieran servir de propuestas de este Seminario de Investigación en la clase, se recogen las siguientes conclusiones:

1.- La renovación en la Enseñanza de la Ciencias es un hecho ya maduro en otros países, que ha comenzado su andadura en España y al que pueden y deben incorporarse los profesores de ciencias de los diferentes niveles de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

2.- Los tres elementos que participan en el proceso educativo en este área: Ciencias, alumnos y profesores, deberán relacionarse entre sí, buscando el equilibrio y evitando las relaciones de dependencia. En cualquier caso, el desarrollo integral del alumno será el último objetivo.

3.- De los tres modelos analizados para la Enseñanza de las Ciencias, nos inclinamos por el del descubrimiento dirigido, también llamado de la formación científica, por parecernos el más completo e integrador y capaz de influir más provechosamente en el desarrollo buscado.

4.- De acuerdo con la metodología propuesta, se reivindica un aprendizaje de las ciencias basado en la investigación del alumno, a realizar de modo colectivo y orientado por el profesor.

5.- Se reconocen las dificultades de materiales y de infraestructura que padecen los centros públicos de enseñanza en Extremadura, y se insta a las autoridades académicas de la Comunidad para que realicen el mayor esfuerzo por dignificar, ampliar y mejorar las instalaciones existentes.

6.- Se propone a los profesores de Ciencias la conveniencia de que realicen un esfuerzo de imaginación e investiguen en el campo de los materiales y métodos de laboratorio, de modo que podamos independizarnos de sofisticados montajes y costosos y complicados materiales.

7.- Se reconoce el importante papel que puede jugar para el profesor su investigación de clase, como motor de cambio, elemento de reciclaje y método para resolver los numerosos problemas pedagógicos que se le presenten.

8.- Se discuten las numerosas dificultades que conlleva la investigación educativa, especialmente las derivadas de la escasa preparación que los fu-

turos profesores de ciencias reciben al respecto.

9.- Se solicita a las escuelas de formación del profesorado del distrito consideren la necesidad de incluir en sus planes de estudios asignaturas como la Pedagogía experimental, así como a la Facultad de Ciencias para que contemple asignaturas de didácticas específicas, que con carácter optativo puedan elegir los futuros profesores de bachillerato.

10.- Se destaca la necesidad de un continuo perfeccionamiento del profesorado que sea compatible con los calendarios escolares y que parta de la realidad educativa y geográfica de Extremadura.

11.- Se apunta la necesidad de creación de un Centro de Documentación dentro del distrito universitario de Extremadura, que facilite el acceso a la información, herramienta clave para una adecuada labor de investigación.

12.- Se considera la conveniencia de que el profesorado de ciencias de esta Comunidad acoja con su mejor sentido crítico la reforma de la enseñanza y se incorpore a ella, ^{su espíritu y vida.} investigando desde su situación real de clase, para que en lo posible se contemple en los esquemas finales de la reforma, la problemática real que conlleva la enseñanza de las ciencias, también en esta Comunidad.

13.- Felicitar a Escuela de Verano de Extremadura por la nueva orientación que ha tomado, a la que ofrecemos todo nuestro apoyo con la esperanza de contribuir modestamente a que este tiempo de encuentro sea auténtico foro de ideas, lugar de debate y discusión de todas las investigaciones, experiencias y propuestas educativas que nazcan desde y para Extremadura.

- Carlos:

- Comunidad (MPS)

- Braya

BIBLIOGRAFIA

- (1).- CBA. Ed. Reverté, S.A. Barcelona, 1966
- (2).- Nuffield Chemistry. Ed. Reverté, S.A. Barcelona 1969
- (3).- PSSC: Física. Ed. Reverté, S.A. Barcelona, 1962
- (4).- L. Rosado Borbero. "Didáctica de la Física". Pgs 225-241.
Ed. Luis Vives, Zaragoza 1979.
- (5).- Vargas Vergara, M. "The elements of de curriculum in conventional and New Physics Course". Memoria sin publicar, presentada en el Centre for Science Education, Chelsea College, University of London.
- (6).- G.S. Bshiwani. Science Teacher, 1972, 39(4), 30
- (7).- E. Fernández Uría. "Estructura y Didáctica de las Ciencias". Pgs. 343-364. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación. Madrid, 1979. (Análisis de algunos proyectos diferenciados por niveles de enseñanza).
- (8).- Manual de la Unesco para profesores de Ciencias. Ed. de la Unesco. París, 1981.
- (9).- L. Rosado Borbero. "Didáctica de la Física". Pg. 160-176. Ed Luis Vives, Zaragoza, 1979.
- (10).- W.B. Cook, J.Chem. Ed., 1971, 48, 642
- (11).- E.H. Wilson, Ibid, 1972, 49, 186.
- (12).- D. Grinborg. "Los proyectos mundiales de Ciencia Integrada"
- (13).- D.G. Chisman. Science Teacher, 1973, 40, 20
- (14).- "Nuevas tendencias en la enseñanza de la Química". Vol IV, pg 52. Ed. de la Unesco, París, 1975.
- (15).- CIB: Ciencia Integrada en el Bachillerato. IEPS. Madrid, 1979.
- (16).- J.M. Fernández, et al. " Un proyecto de Ciencia Integrada para el Bachillerato". Simposio de Didáctica de la Física y la Química. Cap. 14, Madrid, 1979.
- (17).- Ver (4), pg. 235-239.
- (18).- PEICE, López Rupérez, F. et al., Ed. Cantoblanco, Madrid, 1983

- (19) "PEICE: Análisis de una experiencia." López Rupérez, F. et al., Enseñanza de las Ciencias, 2 (1) pp3-14, 1984.
- (20) Proyecto Faraday, Grup Recerca, ICE U.A. Barcelona, 1982.
- (21) Fernández, M.L. et al., PEAC, Servicio de Publicaciones del MEC, Madrid, 1981.
- (22) Fernández Uría, E., "Estructura y didáctica de las Ciencias," Servicio de Publicaciones del MEC, Madrid, 1979.
- (23) Calatayud Aleixandre, L. et al., "Trabajos Prácticos de Química como Pequeñas Investigaciones," ICE Universidad de Valencia, 1980.
- (24) Calatayud, L., "Didáctica de la Física y Química," (Simposio), Cap. 16, INCIE, Madrid, 1979.
- (25) Ver 4, pp 195-200.
- (26) Ver 4, pp 230 y 427.
- (27) Furió, C. y Gil, D., "El programa-guía," ICE de la Universidad Literaria de Valencia, 1978.
- (28) Seminario de Pedagogía, "Por una reforma democrática de la enseñanza", Ed. Avance, Barcelona.
- (29) Prats, F. y del Amo, Y. "Trabajos Prácticos de Física y Química." Akal Editor, Madrid, 1982.
- (30) Beltrán, J. et al., "Física y Química 2º BUP," Anaya, Salamanca, 1976.
- (31) Caamaño, A., Relación de Grupos de trabajo, Enseñanza de las Ciencias, 1 (1) pp 75-77, 1983.
- (32) Ibid. 1 (2) p 141.
- (33) Ibid. 1 (3) p 231.
- (34) Equipo de Física Médica de Universidad de Extremadura, "La electrónica y su aplicación en la enseñanza de las ciencias experimentales" Publicaciones del ICE de la UNEX, Badajoz, 1982.
- (35) Infancia y Aprendizaje, Siglo XXI, Madrid.
- (36) Nuria Saló, Infancia y aprendizaje (comentario sobre las características de esta revista), Enseñanza de las Ciencias, 1 (2) p 135
- (37) Gil, D., "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias", Enseñanza de las Ciencias, 1 (1) pp 26-33.

- (38) Ausubel, D.P., "The psychology of meaningful verbal learning", Grune and Stratton, New York, 1963.
- (39) Ausubel, D.P., "Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo". Trillos, Méjico, 1978.
- (40) Novak, J.D., "The reception learning paradigm", Res. Sci. Teach., 16 pp 481, 1979.
- (41) Novak, J.D. "Teoría y práctica de la educación". Alianza Universidad, 1982.
- (42) Novak, J.D. and Staff, "The use of concept mapping and Gowin's "Y" mapping instrutional strategies in junior high school science". Ithaca, N.Y. Cornell University, 1981.
- (43) Novak, J.D. and Gowin, D.B., "Concept mapping and other innovative educational strategies", sin publicar, Cornell University, 1982.
- (44) Novak, J.D., Gowin, D.B. and Johansen, G.T., "The use of concept mapping and knowledge Vee mapping with junior high school science students", Science Education 67 (5), pp 625-645, 1983.
- (45) Taibo Caballero, A., "El método de la formación científica en el aprendizaje de la Física en la educación básica y bachillerato, Bordón, XXXII, 236, pp 65-75.
- (46) Martin Rabazo, R., "Mis experiencias de Ciencias en la 2ª Etapa de EGB". Ed. Caja de Ahorros de Badajoz, 1983.
- (47) Bernal, J.D. "historia social de la Ciencia", Península, Barcelona, 1967.
- (48) Gil, D. y Payá, "Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física I: Un análisis crítico". Primeras jornadas de Investigación y Renovación de la Física y Química en el BUP-COU, Valencia, 1982.
- (49) Gil, D. y Martínez Torregrosa, J. "La resolución de problemas de Física I: Un análisis crítico" Ibid.
- (50) Mettes, C.T.C. et al., "Teaching and learning problem solving in science, I: A general strategy". J. of Chem. Educ. 57, pp 882-885, 1980.

- (51) Piaget, J., "Psicología y pedagogía", Ariel, Barcelona, 1969.
- (52) Popper, K., "La lógica de la investigación científica" Tecnos, 1962.
- (53) Whitaker, R.J., "Aristotle is not dead. Student understanding of trajectory motion" Am. J. Phys. 51 (4) pp 352-357, 1983.
- (54) Astolfi, J.P. "Les representations des enfants en situation de classe" Rev. Franc. de Ped. 45 pp 126-128, 1976.
- (55) Bachelard, G. "La formation de l'esprit scientifique", Vrin, Paris, 1938.
- (56) Piaget, J. "Psicología y epistemología". Ariel, Barcelona, 1971.
- (57) Delval, J., "La epistemología genética y los programas escolares". Cuadernos de Pedagogía, 13 pp 12-15, 1976.
- (58) Lawson, A.E., "The developmental learning paradigm" J.Res. in Sci. Teach., 16, pp501-515, 1979
- (59) Delval, J., "Aprender a investigar", Comunidad Escolar, 1-15 abril, p6, 1984.
- (60) Frazer, M.J., "Objetivos precisos y actualizados en la enseñanza de la Química", Nuevas tendencias en la enseñanza de la Química, Vol. IV Editorial de la Unesco, Paris, 1975.
- (61) Bloom, B.S. y col. "Taxonomía de los objetivos de la Educación. Ambito del conocimiento". Marfil, Alcoy, 1975.
- (62) Fernández Uría, E., "Objetivos de la enseñanza científica. Desarrollo de una taxonomía", Bordón XXX (221) pp 5-16, 1978.
- (63) Krathwohl, D.R., y col. "Taxonomía de los objetivos de la Educación. Ambito de la afectividad", Marfil, Alcoy, 1973.
- (64) Harrow, A. J. "Taxonomía del ámbito psicomotor", Marfil, Alcoy, 1978.
- (65) Klopfer, L.E. "Evaluation of learning in science" en B.S.Bloom, J.T. Hastings, G.F. Madans (eds): Handbook on formative and summative evaluation of student learning. McGraw Hill, N.Y., pp 559-641, 1971. Recogido por primera vez en España por A.González Soler en "Desarrollo de programas: Variables a considerar" Vida Escolar 164, Diciembre 1974, pp13-14.
- (66) Sund, R.B. y Trowbridge, L.W. "La enseñanza de las Ciencias en la escuela secundaria" Paidós, Buenos Aires, 1969.

- (67) Estrella, B. "El fracaso escolar desde el punto de vista de los propios fracasados", Escuela de Verano 4, pp449, 1982.
- (68) Giordan, A., "La enseñanza de las ciencias", Pablo del Rio Editores, Madrid, 1982.
- (69) Novak, J.D. "Teoría y práctica de la educación" Alianza Universidad, 1982.
- (70) "Hacia la reforma" (documento de trabajo) Dirección General de Enseñanza Media, MEC, 1983.