

Hacia una nueva educación en las ciencias



ENRIQUE SOLER y RAMON NUÑEZ están preparando el IX CONGRESO PM, que tendrá lugar en La Coruña las dos últimas semanas de agosto 1975: «**didáctica de las ciencias en E. G. B.**»

Todos los Congresos de PADRES Y MAESTROS han de tener siempre algo peculiar: referirse a los Maestros, cuando de didácticas se trata, pero no olvidar a los padres. No se puede entregar a los hijos a un Centro para que aprendan lo que los padres o no quieren o no estiman importante.

Los padres acusan: «los niños cada vez saben menos».

Enrique Soler y Ramón Núñez van a montar un Congreso para que los niños **sepan menos** todavía. Y los padres... seguirán acusando.

A no ser que nos pongamos de acuerdo:

«¿QUE SIGNIFICA SABER/NO SABER
CIENCIAS DE LA NATURALEZA EN EGB?»

LOS alumnos no saben ahora lo que aún recuerdan sus padres de los años de Colegio. No saben las leyes de Newton, los minerales de hierro, la fórmula del ácido hipofosforoso... Esta es una de las primeras dificultades que padres y profesores plantean ante el hecho de una educación en las Ciencias cambiante. Les preocupa el que con el nuevo planteamiento no hay tiempo para ver **TODO EL PROGRAMA** que estiman imprescindible para preparar un examen de selectividad, una Reválida, unas oposiciones. Los adultos se sienten responsables de la formación de los alumnos: **¿Cómo voy a permitir que termine el curso sin saber el principio de Pascal?**

Habría que ponerse de acuerdo en qué significa ese **TODO** programa que se quiere transmitir. Para algunos equivale al programa que ellos aprendieron en el Colegio o en la Universidad. Pero hay que tener en cuenta que hoy viven, investigan y están produciendo Ciencia el 90 por ciento de todos los científicos que han existido a lo largo de la historia. Se calcula que cada semana se publican artículos de Biología que ocuparían un volumen equivalente a 2 tomos del Espasa. El

50 por ciento de la Química conocida hoy existente desde 1950.

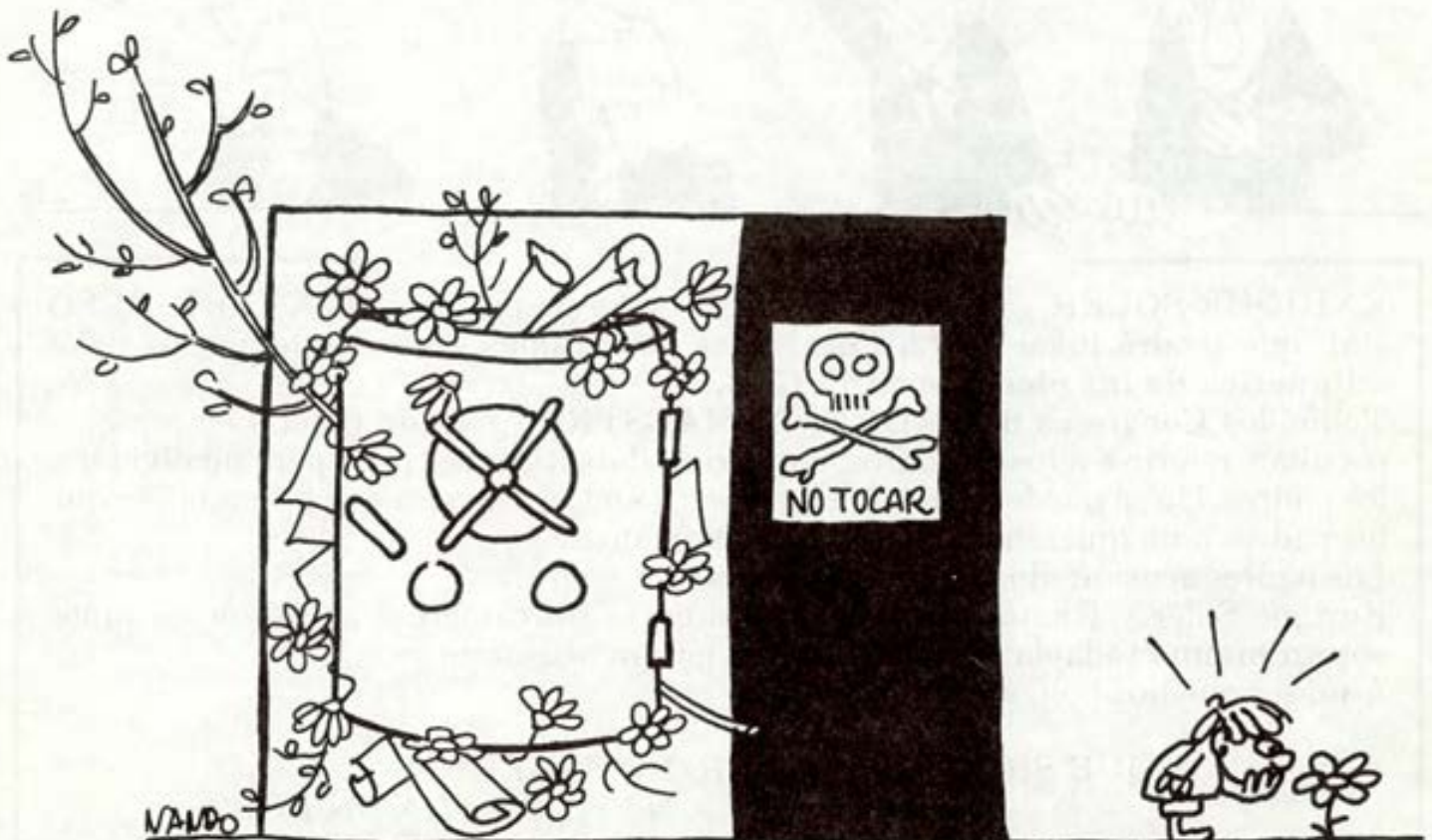
Se estima también que una teoría científica en la actualidad tiene una vida media de unos 15 años. Lo que es válido en el año 1975 ya no lo será en el 1990... y esto prescindiendo de si en 1975 se enseñan teorías que dejaron de ser válidas en 1911.

El **TODO** del padre no es el mismo que el del hijo, y el **TODO** del alumno de hoy no será el del profesional de mañana.

El método experimental tiene varios inconvenientes. Es un absurdo que el alumno **malgaste horas en descubrir** algo que se le puede transmitir en minutos. Por otra parte, como en muchas ocasiones, el alumno llegará con su experimentación a puntos muertos o a conclusiones erróneas, siempre habrá que terminar dándole la solución verdadera.

En este planteamiento está latente una concepción estática de la Ciencia en que hechos, teorías, leyes, existen independientemente en la Naturaleza y la labor del científico se reduce a observarlos, registrarlos, clasificarlos, etc. Toda esta elaboración científica se va vertiendo en un depósito sagrado, extractado y resumido en los libros de texto, que los profesores deben transmitir y los estudiantes de Ciencias recibir y asimilar como dogma.

Desde que Kuhn publicó su libro «La



estructura de las revoluciones científicas»⁽¹⁾ se ha difundido y aceptado una visión más dinámica de la Ciencia. La Ciencia es un modo estructurado de usar la inteligencia en un intento de dar sentido al mundo, construyendo sus propios hechos, leyes, principios, teorías, modelos, etc. Estas construcciones mentales que constituyen el contenido científico se aceptan como válidas para un determinado momento histórico, pero son provisionales, mutables y perfectibles. El desarrollo de la Ciencia no consiste en un crecimiento escalonado y continuo, en el que cada nuevo descubrimiento es un peldaño más que se añade al patrimonio científico del momento. El avance científico es característicamente revolucionario, es decir, que se olvidan las antiguas teorías para construir sobre sus cenizas otras totalmente nuevas que tratan de explicar mejor y más completamente el mundo físico. La comunidad científica se olvida de las explicaciones de Ptolomeo y acepta el heliocentrismo de Copérnico, deja de ver los átomos de calórico para utilizar la teoría cinético-molecular, elimina el flogisto de su Credo para adoptar la teoría de la combustión de Lavoisier.

Quizá no se pueden formalizar los pasos que sigue el genio para llegar a su eureka que revoluciona la Ciencia, pero creemos que una persona, únicamente podrá llegar a esta situación si se forma a través del método típicamente experimental y científico. Este método se puede esquematizar en los pasos siguientes:

- plantearse un problema
- formular hipótesis
- observar
- recoger e interpretar datos
- sacar conclusiones
- enunciar generalizaciones
- elaborar modelos, teorías...

Por tanto, si por no malgastar el tiempo, se transmiten directamente a los alumnos las construcciones y productos finales de la investigación científica sin invitarles, tarde o temprano, a realizar ellos mismos esta investigación, se contradice directamente la misma naturaleza dinámica de la Ciencia. Los alumnos deben asimilar vitalmente esta naturaleza revolucionaria de la tarea científica, poniéndose en contacto con los procesos de la investigación, con los esquemas peculiares del saber científico, es decir, pidiendo verificaciones de las afirmaciones que se den, buscando datos, sacando conclusiones, etc.

Pese a todo, no se puede pretender que el alumno redescu-



bra toda la ciencia personalmente. El también es **heredero de una cultura histórica** que hay que transmitirle y debe aceptar.

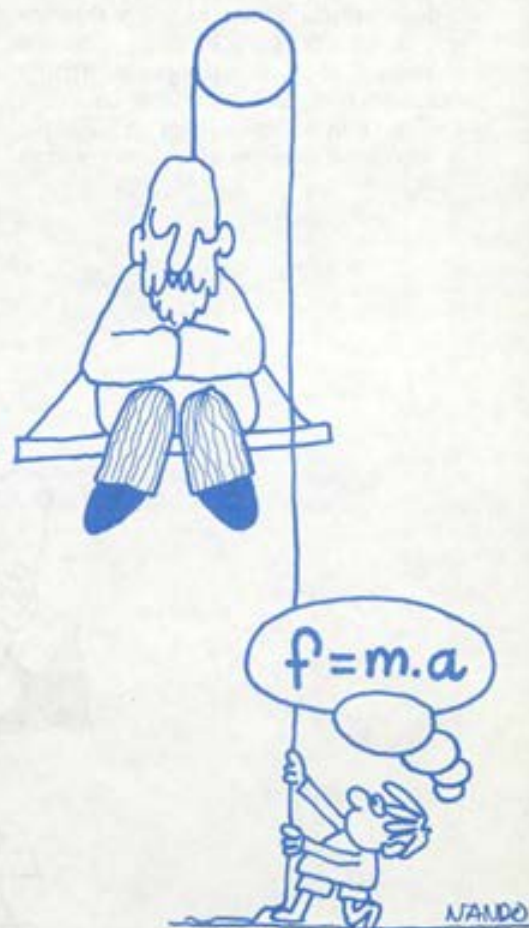
Insistimos en que únicamente una persona será capaz de entender e interpretar las conclusiones de una investigación científica anterior, históricamente si él ha investigado, si ha vivido el proceso elaborador de ciencia alguna vez. Sólo así podrá transferir su vivencia a las conclusiones de otros y sólo así esas conclusiones dejarán de ser algo mítico para convertirse en algo propio. Dejarán de ser algo recibido para convertirse en algo elaborado. Dejarán de ser algo definitivo, fácil, obvio, para ser algo provisional, arduo y criticable.

Aunque estas experiencias directas deben estar presentes en todo momento de las etapas formativas de la persona, quizá haya que aprovechar los primeros años escolares en los que el niño está todavía libre de prejuicios dogmáticos y lejos de exigencias académicas, para educarle en los distintos procesos del método científico, aunque luego se pueda dejar paso, paulatinamente, a la comunicación de otros conocimientos, en la seguridad de que serán recibidos en un contexto distinto, condicionado por la experiencia vital de la persona.

Otra fuente de objeciones nace de una supuesta necesidad previa de contenidos científicos: **¿Cómo se puede investigar en física sin saber física?**

Otros preguntarian, precisamente, cómo se puede saber física sin investigar en física. En la mayoría de los casos, los cursos y las clases se redu-

cen a la manipulación de fórmulas matemáticas que hacen olvidar la misma ley física. Los alumnos llegan a manejar con soltura ecuaciones como $s = 1/2 a t^2$ o bien $f = m \cdot a$, pero no es frecuente encontrar quienes sean capaces de dar el significado de esa fuerza, aceleración o masa, y mucho menos elaborar un concepto físico original. El ser capaz de deducir todas las posibles ecuaciones implicadas en la afirmación $f = m \cdot a$ pondrá en ejercicio una serie de mecanismos intelectuales, pero ciertamente no supone el saber física.



(1) KUHN, T. S. *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.



Aún aceptando la bondad de esta nueva concepción de la didáctica de las ciencias, se objetiva que este método puede **crear un confusionismo** en la mente de los alumnos, al permitirseles llegar cada uno a su solución, sin obligarles a aceptar un cuerpo de doctrina preestablecido.

Es decir, se supone que la escuela tiene que dar la receta con la solución adecuada a cada uno de los problemas que presenta la vida.

Una enseñanza que tenga una respuesta para cada pregunta puede ser todo lo nítida, clara, lógica y estética que se quiera, pero lo trágico es que cuando el alumno entregue su último examen con la respuesta correcta $x=5$ será la última vez en su vida que se enfrente con un problema y una

solución tan concretos. El resto de su vida tendrá que enfrentarse con problemas que no están en ningún libro, formularse preguntas que no han sido formuladas, descubrir problemas que nadie había descubierto, y lo que es peor, no saber nunca si su solución es la mejor.

Lo trágico (o lo cómico) es que la escuela se llama preparación para la vida.

Se presentan otra serie de dificultades que podríamos llamar de raíz psicológica: El alumno necesita que alguien le diga que sabe, **saber que está en la verdad**, que es aceptado y reconocido en su integración al mundo de los mayores. Por eso algunas veces los alumnos exigen el examen escrito, de pre-

guntas concretas y respuestas comprobables en el libro.

Es verdad que existe en la persona el impulso primario de necesidad de aceptación. La cuestión está en los presupuestos de aceptación que el mundo adulto establece para el niño, que en el caso concreto de las Ciencias se reduce al reconocimiento de las actuales verdades científicas y el reconocimiento de los actuales portadores de verdad: La autoridad del maestro-adulto sabedor de toda respuesta, la autoridad del examen oficial origen de una certificación académica que permite el acceso a los círculos profesionales, la autoridad del libro de texto, la santa letra impresa con caracteres indelebles como las tablas que Moisés bajó del Sinaí⁽²⁾.

(2) LEWIS, J. L., *Teaching School Physics*, Paris, UNESCO, 1972, pág. 87.



Como consecuencia de ésto, el alumno se considera a sí mismo y a sus compañeros como aprendices, que necesitan imitar y son incapaces de crear, construir o cambiar.

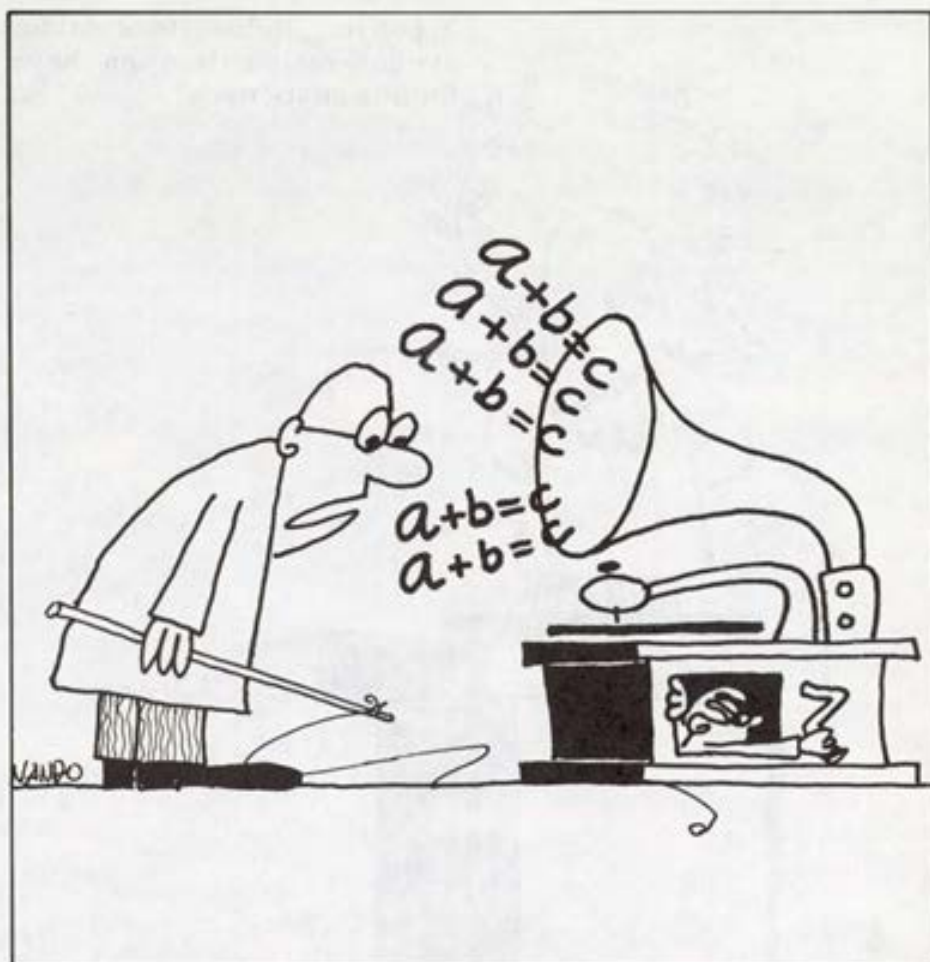
La estructura del aprendizaje debe venir marcada por una disciplina impuesta por el profesor y no por una anarquía con disfraz de enseñanza individualizada. No se aprende sólo descubriendo, puesto que **para aprender es necesario repetir**. Sólo después de haber hecho 2.400 divisiones se puede decir que el alumno sabe dividir.

Quizá sí, en el caso de que se pretendan solamente aprendizajes de tipo motor, pero la educación debe ejercitar otras capacidades superiores de tipo volitivo o intelectual, que no se desarrollan con un mero adiestramiento repetitivo.

Hay que superar la concepción del profesor-domador que simplemente pretende crear hábitos, reflejos condicionados en sus alumnos. Creemos que el profesor es un educador-formador preocupado por la dimensión total de la persona.

Las dificultades para poner en práctica todo este método son fundamentalmente **económicas**. No se tienen las instalaciones ni el material necesario para realizar todas las experiencias y, por otra parte, es imposible hacerlo en unas aulas pequeñas, con 40 alumnos y un sólo profesor que, además, no tiene tiempo para preparar las actividades previamente.

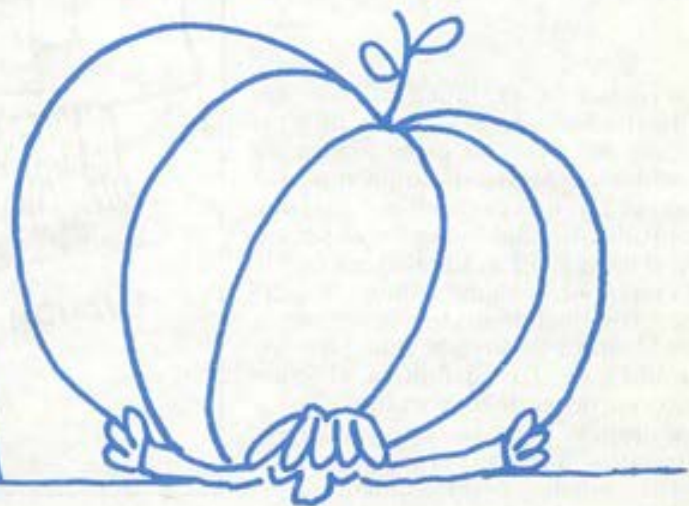
Ciertamente, en muchos casos las dificultades económicas son un obstáculo serio, pero en otros pueden ser simplemente una disculpa que nos damos. Por una parte, el material que se utiliza normalmente en el primer nivel de la EGB es simple y asequible a cualquier economía; por otra, las clases de 40 alumnos suelen ser menos problemáticas si cada uno está haciendo algo, y, en definitiva, el orden externo no es lo importante. Todos conocemos a profesores que se las ingenian para superar, personalmente, muchas de estas dificultades.

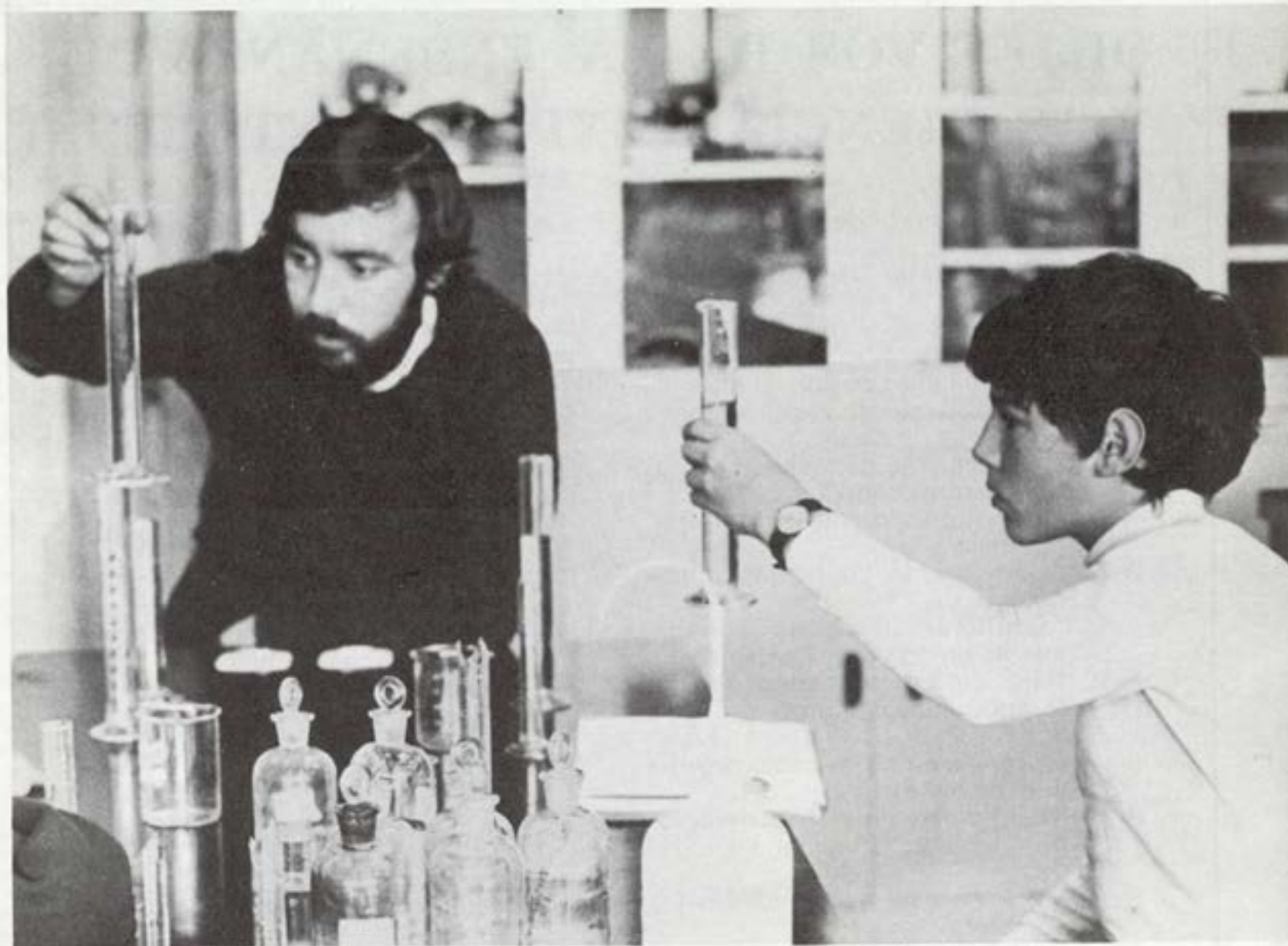


Y por fin, ¿todos estos cambios ayudan realmente a que haya **menos suspensos?**

La palabra suspenso se refiere directamente a rentabilidad en función de unas pruebas. Nos parece que éste es uno de los problemas cruciales en el camino hacia el cambio. No se cambia añadiendo unas actividades prácticas a las clases para que los alumnos comprueben que «era cierto». No se cambia haciendo las clases simplemente más amenas y conservando los mismos exámenes. No es suficiente decir «en mis clases ya hacen prácticas». El quedarse en un cambio superficial, conservando la misma actitud de fondo respecto a las sagradas-verdades-de-la-ciencia, puede, incluso, ser un impedimento para llegar a adoptar esta nueva concepción. No se trata de cambiar el método para conseguir los objetivos tradicionales. Se trata de conseguir unos nuevos objetivos, una nueva educación.

Enrique Soler
Ramón Núñez





PHILIP G. Johnson analiza los cambios que se están produciendo en la enseñanza de las Ciencias y apunta, entre otras, las siguientes tendencias:

1. – Menos materia.
2. – De un sólo método, hacia muchos métodos de investigación, no excesivamente estructurados.
3. – Del uso de un texto, al uso de varios libros de consulta.
4. – De acumular conocimientos, a saber cómo encontrarlos y crearlos.
5. – De la adquisición de hechos y conceptos, a la adquisición de habilidades investigativas.
6. – De conceptos preseleccionados por el profesor, a conceptos que surjan en el proceso de aceptar o rechazar hipótesis de trabajo.
7. – De hechos cualitativos a observaciones cualitativas.
8. – De enseñar para preparar el curso siguiente, a proporcionar lo que necesita el alumno en la etapa de desarrollo en que se encuentra.
9. – De Ciencias como algo que se aprende en los libros, a algo que surge de la experimentación.
10. – De Tecnología, a Ciencia.
11. – De la Ciencia como algo que usa las matemáticas a algo que necesita fundamentalmente el lenguaje matemático.

OBJETIVOS DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

- | | | | |
|------|---|-----|---|
| A-1 | Conocimiento de hechos concretos | E-2 | Formulación de un modelo apropiado |
| A-2 | Conocimiento de terminología científica | E-3 | Especificación de los hechos y fenómenos explicados por el modelo |
| A-3 | Conocimiento de conceptos científicos | E-4 | Deducción de nuevas hipótesis a partir del modelo |
| A-4 | Conocimiento de convenios | E-5 | Interpretación y evaluación de las pruebas que avalan un modelo teórico |
| A-5 | Conocimiento de clasificaciones y criterios de clasificación | E-6 | Formulación de un modelo revisado |
| A-6 | Conocimiento de técnicas y procedimientos científicos | F-1 | Aplicación a nuevos problemas en el mismo aspecto de la ciencia |
| A-7 | Conocimiento de principios, hipótesis y leyes | F-2 | Aplicación a otros problemas en otros campos científicos |
| A-8 | Conocimiento de teorías y modelos | F-3 | Aplicación a problemas no científicos |
| A-9 | Identificación de un conocimiento en un contexto distinto | G-1 | Desarrollo de habilidades en el manejo de instrumentos de laboratorio |
| A-10 | Paso del conocimiento de una forma simbólica a otra | G-2 | Uso de las técnicas de laboratorio con destreza y seguridad |
| B-1 | Observación de hechos, objetos y fenómenos | H-1 | Manifestación de actitudes favorables hacia el mundo de la ciencia |
| B-2 | Descripción de las observaciones usando el lenguaje adecuado | H-2 | Aceptación de el método científico como una vía de conocimiento |
| B-3 | Medición de propiedades y cambios | H-3 | Adopción de «actitudes científicas» |
| B-4 | Selección de los instrumentos adecuados de medida | H-4 | Satisfacción en el aprendizaje por la experiencia |
| B-5 | Idea del error cometido en la medida. Medidas estimativas | H-5 | Desarrollo del interés por actividades científicas |
| C-1 | Comprensión de un problema | H-6 | Desarrollo del interés por seguir una carrera científica |
| C-2 | Formulación de una hipótesis de trabajo | I-1 | Relacionar y distinguir las diferentes formas del conocimiento científico |
| C-3 | Selección de pruebas para la verificación de la hipótesis | I-2 | Reconocer las limitaciones de una explicación científica y la influencia de la investigación científica en la filosofía |
| C-4 | Planificación de experiencias adecuadas | I-3 | Valoración de la perspectiva histórica de la Ciencia |
| D-1 | Recogida de datos experimentales | I-4 | Valorar la relación entre la Ciencia, la Tecnología y la Economía |
| D-2 | Elaboración de relaciones a partir de los datos | I-5 | Valorar las repercusiones sociales de la investigación científica y sus consecuencias |
| D-3 | Interpretación de los datos y observaciones experimentales | | |
| D-4 | Interpolación, extrapolación y predicción | | |
| D-5 | Evaluación de una hipótesis a la luz de los datos obtenidos | | |
| D-6 | Formular generalizaciones garantizadas por las relaciones encontradas | | |
| E-1 | Reconocer la necesidad de un modelo teórico | | |

Orientaciones pedagógicas para la EDUCACION GENERAL BASICA

(B.O.E., 293, 8-XII-1970)

En la EGB I, el área de experiencias debe proporcionar la ocasión para poner en contacto a los escolares con la realidad circundante e iniciarlos en la observación y en la experimentación elemental y directa.

El área de Ciencias de la Naturaleza tiene por objeto el estudio y comprensión del mundo físico en que vive el alumno y de los fenómenos que en él se realizan.

Las ciencias tenderán hacia la plena formación del alumno, no sólo a capacitarlo técnicamente. Se procurará que el alumno comprenda generalizaciones y principios científicos; que busque, encuentre y comprenda las características del mundo físico.

Se evitarán, en este nivel de EGB, divisiones más o menos arbitrarias entre las distintas ciencias de la naturaleza, si bien se iniciará cierto grado de sistematización.

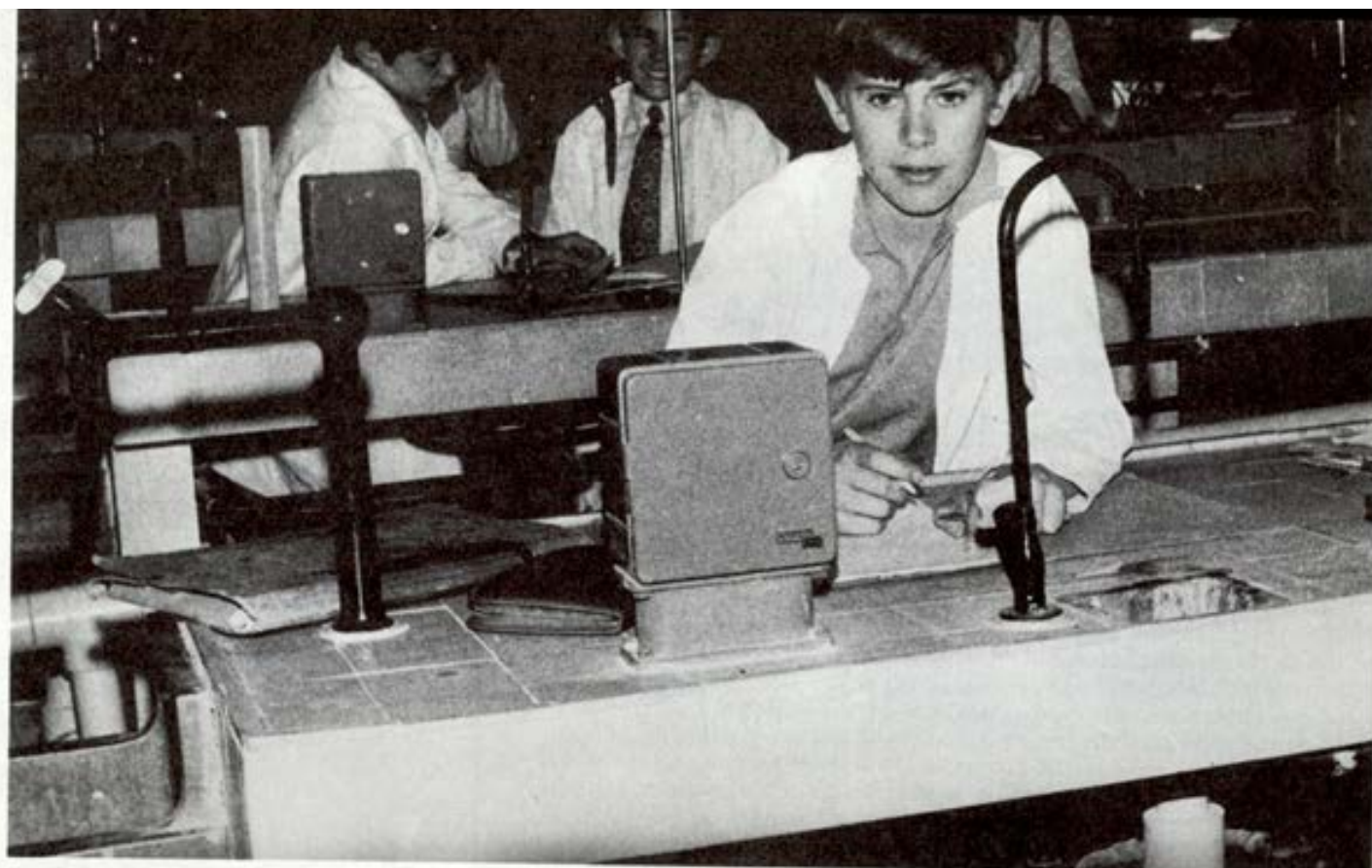
Por elemental que sea la presentación de los hechos de la ciencia, ha de ser correcta, de modo que los conceptos básicos puedan ser desarrollados posteriormente con mayor amplitud y profundidad.

Puesto que en las Ciencias lo importante es el hecho experimental, es más necesario para el alumno familiarizarse con el método inductivo-deductivo del desarrollo del pensamiento científico que llegar a la adquisición de un amplio dominio de su contenido.

Objetivos específicos:

1. - *Capacidad de observación y de experimentación.*
2. - *Desarrollo del pensamiento crítico y científico.*
3. - *Deseo de conocer la naturaleza.*
4. - *Adquisición de actitudes científicas en la valoración del mundo físico-natural.*
5. - *Actitud comprensiva frente a los progresos científicos y técnicos.*
6. - *Uso del método inductivo-deductivo.*
7. - *Dominio del vocabulario mínimo para poder expresarse con soltura en estas ciencias.*
8. - *Conocimiento básico y ordenado del mundo natural.*
9. - *Conocimiento de las relaciones entre los seres naturales.*
10. - *Conocimiento de las relaciones entre los hechos y fenómenos físico-naturales.*
11. - *Conocimiento de las relaciones del hombre con el mundo del que forma parte.*
12. - *Concepto claro de fenómenos físicos.*
13. - *Noción de la economía de la naturaleza.*
14. - *Concepto y explicación de los fenómenos físicos y químicos de la vida corriente.*





TEACHING AREA

En la primera semana de mayo ha sido editado, también, el último número de TEACHING AREA correspondiente al curso 74/75.

Les facilitamos el índice de cada uno de los T.A. publicados:

TEACHING AREA	Teoría	Experiencias	Medios
CIENCIAS EXPERIMENTALES	Un programa de Ciencias para EGB	Un tema de Ciencias basado en las preguntas de los alumnos	Películas en 16 mm. sobre Ciencias Experimentales
CIENCIAS SOCIALES	¿Es posible una enseñanza aséptica en C. Sociales?	Viviendo la prehistoria	Un audiovisual de siempre: LOS MAPAS
IDIOMAS	Group work in English Teaching	Enseñando inglés a niños de 6 y 7 años	La expresión dinámica en la enseñanza de Idiomas
LENGUA Y LITERATURA	Un cuadro de planificación de lectura en EGB	Seminarios en COU sobre temas literarios	Medios y actividades para la clase de expresión oral
MATEMATICAS	Piaget, Gagné y Bruner sobre Didáctica de Matemáticas	Algunas actividades con párvulos en el curso 74/75	Controles por elección de respuesta
FORMACION RELIGIOSA	Adaptación de los 30 ítems del cristianismo a los niveles de EGB I	Los relatos de la Infancia en los Evangelios	Programación progresiva de 1.º, 2.º y 3.º EGB
PLASTICA	Los museos y los niños	El estudio de la proporción en la etapa formativa de la persona	4 revistas internacionales sobre Educación Artística