

# ELABORACION DE INSTRUMENTOS DE EVALUACION DIAGNOSTICA DE LOS CONOCIMIENTOS DE CIENCIAS Y MATEMATICAS EN LOS NIVELES NO UNIVERSITARIOS

J. M<sup>a</sup> FORTUNY  
D. IZQUIERDO

## RESUMEN

Esta investigación se propone la elaboración de instrumentos de evaluación diagnóstica de los conocimientos de ciencias y de matemáticas de los alumnos no universitarios. Estos instrumentos deben responder a una concepción renovada de "evaluación", así como a una determinada concepción de "ciencias y de matemáticas", en la que se destaca la "resolución de problemas experimentales".

Las definiciones actuales de evaluación (como actividad sistemática integrada en el proceso educativo, gracias a la cual se investiga lo que está pasando en el aula y puede mejorarse la actuación prevista inicialmente y como actividad formativa para los propios alumnos) y de las ciencias y matemáticas que deben enseñarse (conocimientos y técnicas que permiten resolver problemas) cuentan con un amplio consenso y aparecen formuladas en los programas oficiales y en las orientaciones al profesorado. Pero existen pocas concreciones específicas de estos enunciados excesivamente generales y por ello consideramos que la investigación que proponemos puede aportar perspectivas y técnicas útiles para el diseño posterior de otros proyectos de evaluación referidos a actuaciones docentes, proyectos didácticos o materiales para el aprendizaje.

## ABSTRACT

This research tries to produce diagnostic evaluation tools for science and mathematic knowledge of non-university students. These tools must give a new concept of "evaluation" as well as a different concept of "sciences and mathematics" in which the "resolution of experimental problems" is emphasized.

In the present definitions of evaluation, sciences and mathematics which must be taught have a wide consensus and they appear formulated in the official programmes and in teacher guidance. However few specific concretions of these concepts exist and on the other hand they are excessively general and for that we consider that the research we propose may contribute useful perspectives and techniques for a later design for other evaluating projects referring to teaching performances, didactic project of learning materials.

## PALABRAS CLAVE

Evaluación Diagnóstica, Ciencias Aplicadas, Pensamiento del Alumno, Pensamiento del Profesor, Network.

## KEYWORDS

Diagnostic Evaluation, Applied Sciences, The Students Thought, The Teacher's Thought, Network.

## 1. INTRODUCCION

En esta comunicación presentamos un proyecto de investigación del Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias en el cual se han comprometido la mayor parte de sus miembros. Así mismo, trabajan en él los alumnos del "Master en Didáctica de las Matemáticas/Ciencias" (todos ellos profesores en activo), que realizan así sus nueve créditos de investigación.

Esta investigación se propone la *elaboración de instrumentos de evaluación diagnóstica* de los conocimientos de ciencias y de matemáticas de los alumnos no universitarios. Estos instrumentos deben responder a una concepción renovada de "evaluación", así como una determinada concepción de "ciencias y de matemáticas". En ella *se elaborarán pruebas escritas* que respondan a determinadas categorías de evaluación y a algunos de los temas de los programas oficiales, que serán fijados previamente pero que serán definidos con más exactitud como resultado de la investigación. *Las pruebas serán pasadas* a alumnos de niveles no universitarios y *los resultados serán estudiados* mediante algunas técnicas específicas, a fin de comprender en lo posible los diferentes tipos de respuesta obtenidos.

Se trabajará simultáneamente en dos frentes: *en las pruebas y el estudio de los resultados* y *en la actuación actual del profesorado* por lo que se refiere a la evaluación de los contenidos de matemáticas y ciencias; por ello un aspecto importante de la investigación que aquí se propone se refiere *al pensamiento del profesor* de ciencias sobre las propias ciencias y sobre la docencia experimental de las ciencias, a fin de llegar a modificarlo, si fuera necesario.

Las definiciones de evaluación (como actividad sistemática integrada en el proceso educativo, gracias al cual *se investiga* lo que está pasando en el aula y puede mejorarse la actuación prevista inicialmente, y como *actividad formativa* para los propios alumnos) y de las ciencias y matemáticas que deben enseñarse (*conocimientos y técnicas que permiten resolver problemas*) cuentan con un amplio consenso y aparecen formuladas en los programas oficiales y en las orientaciones al profesorado. Pero existen pocas concreciones específicas de estos enunciados excesivamente generales y por ello consideramos que la investigación que proponemos puede aportar perspectivas y técnicas útiles para el diseño posterior de otros proyectos de evaluación referidos a actuaciones docentes, proyectos didácticos y materiales para el aprendizaje.

## 2. ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACION SOBRE EL TEMA

Durante las últimas dos décadas el aspecto prioritario en la investigación en la enseñanza de las ciencias y de las matemáticas ha sido la innovación educativa. Se han elaborado y aplicado diferentes Proyectos para su enseñanza en los niveles no universitarios, muchos de los cuales han sido utilizados parcialmente por los profesores de ciencias y de matemáticas en el estado español. Sin embargo estos Proyectos renovadores no han contado en nuestro país con el apoyo de nuevas técnicas de evaluación adaptadas a sus nuevos objetivos, que en la práctica docente se han mantenido sin apenas cambio respecto de las técnicas clásicas.

En la actualidad se ha producido un nuevo e importante cambio de orientación en la enseñanza de las ciencias y de las matemáticas, que responde al fracaso relativo de los proyectos de los años sesenta y setenta (Aliberas, 1987). Las características que presentan en común los Proyectos más actuales de enseñanza de las ciencias se refieren a una perspectiva "constructivista" del aprendizaje (Driver, 1986, Osborne, 1983, Novak, 1987), según la cual es imprescindible planificar intervención didáctica de tal manera que los alumnos puedan tener la oportunidad de expresar sus propias ideas respecto a los fenómenos que estudian y de modificarlas como consecuencia de su interacción con ellos. Estas orientaciones contrastan fuertemente con la práctica docente "clásica" de las ciencias y de las matemáticas, a través de la cual los alumnos no disponen de ocasiones para experimentar, ni se despierta su interés por ello. Podemos afirmar que incluso cuando se realizan prácticas de laboratorio, éstas se reducen a "seguir una receta" y se dan pocas ocasiones al alumno para pensar en él mismo. (Gil, 1983).

El trabajo experimental que deben llevar a cabo los alumnos en la escuela a fin de poder construir adecuadamente sus conceptos científicos está aún mal definido. Actualmente diversas investigaciones demuestran que no se puede concebir esta actividad como una reproducción, sin más, de la actividad investigadora de un científico (Hodson, 1985, 1986). El trabajo experimental genera a menudo confusión y fracaso y en general el profesorado considera más eficaz prescindir de él. Las teorías actuales del aprendizaje asumen el relativo fracaso de los primeros proyectos de enseñanza de las ciencias basados en la experimentación, pero insisten en la necesidad de la experimentación, reformulándola.

El aspecto más conflictivo de una enseñanza de las ciencias en la cual la experimentación tenga un papel fundamental es precisamente la evaluación del aprendizaje realizado por el alumno, en el cual los aspectos experimentales, de interpretación del mundo según los esquemas conceptuales de las ciencias, deben tener una enorme importancia. Las técnicas tradicionales de evaluación (los clásicos exámenes escritos), diseñadas desde una tradición enciclopedista de la enseñanza, no pueden utilizarse para evaluar un aprendizaje que aún no se comprende perfectamente, y que incluso tienen unos objetivos mal definidos. La investigación realizada en los últimos años por lo que a evaluación se refiere (Cook, 1986, Stenhouse, 1984) proporciona una nueva perspectiva de trabajo, que puede dar lugar a concreciones interesantes en el área de las ciencias y de las matemáticas. Uno de los aspectos más importantes del nuevo enfoque, tanto de la psicología del aprendizaje como de la evaluación, consiste en el estudio de las respuestas de los alumnos, a fin de conocer a través de ellas sus "esquemas conceptuales" y poder así planificar la estrategia didáctica a seguir, así como el tipo de aprendizaje conseguido al final del proceso.

Se consideran especialmente interesantes el estudio de las respuestas de los alumnos a preguntas que se refieren a la aplicación de las ciencias a situaciones concretas, que no se relacionan directamente con otras similares estudiadas en clase, pero que son familiares para el alumno. A través de estas respuestas puede verse cuales son los esquemas interpretativos de los alumnos y la coherencia con que los alumnos los aplican; queda en un segundo plano la "verdad" o "falsedad" de sus afirmaciones, pues se trata de comprender cómo piensan espontáneamente los alumnos, a fin de ir ajustando progresivamente la intervención didáctica para acercar su razonamiento al que es propio de las ciencias, en la actualidad. Han propuesto y ensayado diversos métodos para el estudio de las respuestas a este tipo de cuestionario; de entre ellos se consideran especialmente interesantes y útiles los llamados "networks" (Bliss, 1983), que se basan en la lingüística sistémica.

Además de este tipo de evaluación que llamaremos "diagnóstica" y que permite comprender "lo que está pasando" debemos disponer de pruebas finales de promoción. Estas pruebas deberían diseñarse de tal manera que impulsen una dinámica renovadora en los centros escolares. La evaluación externa, de poca tradición en nuestro país, es sin embargo utilizada ampliamente en otros con éxito (Johnson, 1987) (Alberts y Van Beuzekon, 1986), puesto que marcan con claridad los objetivos de la política educativa del país; y no se olvida en ella la evaluación de los aspectos operacionales de los conceptos que han adquirido los alumnos a lo largo de su aprendizaje, a pesar de las dificultades que comporta la evaluación de las habilidades de tipo práctico.

En nuestro país nos encontramos en vísperas de una importante Reforma de las Enseñanzas, la aplicación de la cual deberá ser seguida con la máxima atención. La evaluación externa a los centros puede resultar especialmente adecuada en un futuro próximo, especialmente si se plantea como estímulo a la renovación profesional de los profesores, tal como nos lo planteamos en nuestra investigación (MEC, 1987).

Una concepción de evaluación objetiva, externa, como dinamizadora de una actuación en el aula, por parte de los profesores, que estimule el aprendizaje significativo (y por ello experimental) de las ciencias y de las matemáticas, requiere un gran respeto por la figura del profesor, que debe ser reconocido como uno de los agentes principales de la enseñanza. Por ello las investigaciones referentes al pensamiento del profesor tienen en la actualidad una importancia creciente (Ben Peretz y Brohme, 1986).

Por todo ello creemos que es ahora muy necesario impulsar la investigación referente a la evaluación diagnóstica de los conocimientos de ciencias y matemáticas que priorice los aspectos operacionales y aplicativos de estas disciplinas y que parta de un concepto de evaluación como investigación en ella misma y como parte imprescindible en el desarrollo del currículo. Las técnicas de evaluación elaboradas desde esta perspectiva ayudarán a comprender lo que pasa realmente en las aulas y en los laboratorios escolares y, a partir de aquí, modificarán la práctica docente en estas áreas de conocimiento. Si este tipo de evaluación es impulsada y propuesta por la Administración Educativa como evaluación externa (sin perder su orientación diagnóstica) y, se ofrecen al profesorado las orientaciones y la formación adecuadas, se consigue una importante renovación de la enseñanza, puesto que los profesores revisan inmediatamente sus estilos de actuación e intentan adaptarlos a la nueva orientación, valorada en general de manera muy positiva (APU, 1984).

### **3. OBJETIVOS CONCRETOS**

#### **1. Concreción de los temas a evaluar, en matemáticas, ciencias naturales y ciencias físicas**

Se trata de concretar, en la primera etapa de nuestra investigación, una serie de temas relacionados entre sí y que pertenezcan a una temática relevante por lo que se refiere a los contenidos conceptuales en cada una de las disciplinas. Proponemos que estas grandes "temáticas" en el marco de las cuales empezaremos nuestro trabajo sean las siguientes: la medida y la proporcionalidad, funciones, la percepción espacial estructural (matemáticas); la conservación de la materia, la conservación de la energía y la gravedad (física y química); la

evolución y la célula (ciencias naturales). En el futuro el número de temas debería ampliarse hasta llegar a incluir todos los temas de los programas oficiales, debidamente relacionados.

## **2. Estudio de las categorías y subcategorías de la evaluación que permitan un conocimiento más completo de los conocimientos de los alumnos**

Para determinar estas categorías partimos del modelo propuesto por el Proyecto inflés APU (Assesment Performance Units) y por tanto, de las categorías de evaluación que en él se proponen, que hemos adaptado para finalmente definir, como hipótesis de partida, las siguientes categorías: comunicación de los conocimientos (escrita y gráfica), uso de instrumentos y utensilios de medida, observación (percepción y conceptualización), interpretación y aplicación de la información, planificación de investigaciones, realización de investigaciones, actividades científicas de los alumnos factores implícitos.

## **3. Elaboración de pruebas formales, objetivas, en las cuales se cuente con las competencias conceptuales que el alumno sólo puede haber adquirido a través del trabajo experimental.**

Este es uno de los principales objetivos de la investigación. Con ello damos un primer paso hacia la posible elaboración de pruebas de elaboración externa, inexistentes hasta ahora en España y utilizadas con éxito en diversos países.

A pesar de que desde las instancias oficiales se recomienda a los profesores de ciencias el uso continuado del laboratorio, las dotaciones insuficientes y la ausencia de ítems relacionados con la experimentación en las pruebas oficiales hacen que los profesores de ciencias y matemáticas consideren que es más eficaz para sus alumnos prescindir del trabajo experimental. Nuestro trabajo se propone proporcionar ejemplos de preguntas que permitan detectar el contenido operacional de los conceptos científicos de los alumnos. Nos interesa de una manera muy especial llegar a comprender el abismo que existe entre los supuestos conocimientos conceptuales de los alumnos (los contenidos de los libros que han aprendido a lo largo de su escolaridad, que son muy ambiciosos) y su capacidad de aplicación a los fenómenos (que es casi nula).

## **4. Estudio de la función de instrumentos de evaluación formales y externos en la evaluación formativa o continuada del alumno.**

Consideramos que los profesores no diferencian suficientemente los estilos de evaluación formativa y sumativa, con lo cual ambas quedan desdibujadas. Si bien la evaluación formativa tiene un rol de gran importancia en el aprendizaje del alumno, puede complementarse con pruebas objetivas, externas que permitan comparaciones entre alumnos y entre centros, proporcionando así un tipo de información que es también válida y necesaria a los profesores. Consideramos que es necesario que esta actuación externa sea aceptada por el profesorado por considerarla interesante y necesaria; el estilo de las cuestiones y de "corrección" que proponemos tiene, a nuestro juicio, estas características.

**5. Estudio de las nuevas características que deben presentar las pruebas de evaluación, en una enseñanza que se inscribe en la nueva orientación "constructivista" del aprendizaje.**

Según esta nueva orientación que se acostumbra a denominar "constructivista", la enseñanza de las ciencias y de las matemáticas debería proporcionar a los alumnos unas teorías que les resulten más útiles que las que ellos utilizan espontáneamente para la interpretación y manipulación intelectual de su entorno. Es necesario elaborar un nuevo canon de errores-aciertos en el cual se cuente con las dificultades específicas de algunos alumnos que poseían ya un rico abanico de explicaciones de los fenómenos y que han tenido que reinterpretar según nuevos esquemas, como resultado de la intervención didáctica. Este nuevo canon permite comprender el pensamiento del alumno y abre al profesor la vía de la investigación a partir de su propio ejercicio profesional.

**6. Estudio de las pruebas que los profesores utilizan habitualmente en la evaluación de los alumnos de ciencias y matemáticas, a fin de detectar cuáles son los aspectos que realmente evalúa y, a través de ello, el paradigma pedagógico del profesor.**

Este es el otro objetivo principal de nuestra investigación. Creemos que el estudio comparativo de las pruebas de ciencias y de matemáticas que se proponen habitualmente a los alumnos nos permitirá elaborar una hipótesis de trabajo inicial por lo que se refiere a la concepción pedagógica y didáctica de los profesores de ciencias en nuestras escuelas.

**7. Estudio de la posible utilización de las pruebas que pretendemos diseñar como estímulo a una enseñanza de las ciencias y de la matemática renovada, centrada en la experimentación-conceptualización y situada en un paradigma constructivista.**

La aplicación de las pruebas como instrumento de evaluación puede iniciar un proceso de revisión de las intervenciones didácticas tradicionales y ayuda a modificar las concepciones pedagógicas y didácticas de algunos profesores y estimularlos a otros a continuar intentando una enseñanza realmente significativa. Como que nuestra investigación se plantea desde un Departamento universitario considerado hasta ahora como de "Escuela de Magisterio", muy relacionado ciertamente con la práctica de la docencia, creemos que puede ser aceptado por el profesorado como algo realmente útil, no sólo para "conocer" sino también para "actuar".

#### **4. HIPOTESIS, METODOLOGIA, FASES DE LA INVESTIGACION**

##### **Hipótesis**

Hemos diseñado este trabajo partiendo de la suposición que no existe tradición por lo que se refiere a la evaluación de las ciencias y de las matemáticas que cuenten con los aspectos operacionales y aplicados de los conceptos científicos, debido a la poca incidencia

que tiene el trabajo experimental en la formación científica y matemática de los alumnos no universitarios.

Además, creemos que la necesaria reforma de las enseñanzas (la enseñanza secundaria básica comprensiva, en concreto) requiere una actuación previa a través de la cual el profesorado acepte el nuevo marco teórico que debe informar su actuación docente. La comprensión creciente del pensamiento del alumno, obtenido a partir de pruebas diseñadas según una nueva mentalidad, y el análisis de la actuación propia en el aula puede ayudar a que se produzca esta aceptación.

Las hipótesis de partida son las siguientes:

- 1) Los conocimientos "académicos" no son aplicados generalmente por los alumnos en la interpretación de los fenómenos que les son más familiares. Por ello podemos calificar a este tipo de aprendizaje de poco significativo.
- 2) Los alumnos interpretan los fenómenos según esquemas propios, que debemos conocer y que probablemente se producen a partir de las informaciones diversas que reciben sobre el funcionamiento del mundo físico
- 3) Las concepciones didácticas y pedagógicas del profesorado no concuerdan con las "declaraciones de principio" habituales, por lo que se refiere a la significatividad de la enseñanza y a la importancia del trabajo experimental.
- 4) La evaluación externa, objetiva, no interfiere a la evaluación formativa, sino que aumenta su presencia real en los centros. El estilo de evaluación externa que proponemos, planificada como ayuda al profesor, puede ser un estímulo hacia una práctica docente renovada.

### **Aspectos metodológicos y de organización**

Los profesores que participarán en esta investigación pertenecen a las Escuelas Universitarias de Formación del Profesorado de la Universidad Autónoma de Barcelona y son miembros del departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales de la UAB. Colaboran con ellos profesores de EGB de sus escuelas de prácticas y profesores de secundaria que están realizando en la actualidad el "Máster" en Didáctica de las Matemáticas/Ciencias que ha organizado este Departamento.

#### **Organización del trabajo**

a) El trabajo de investigación se realizará en las EUFP de Gerona, Lérida y Barcelona (UAB). Cada centro trabajará de manera autónoma bajo la dirección de un responsable. Los dos directores del Proyecto (que serán también responsables en su Escuela) coordinarán el trabajo de las distintas EUFP y en los centros de EGB y de secundaria que participen en el Proyecto.

b) Se formarán subgrupos de trabajo, en cada Escuela, diferenciados:

- Aquéllos que estudian los contenidos a evaluar y la elaboración óptima de las pruebas.

- Aquéllos que estudian el pensamiento y la actuación actuales de los profesores de ciencias.

c) Un miembro de cada subgrupo y el responsable de la Escuela establecerán los contactos oportunos con las escuelas y centros de enseñanza secundaria que participen en el proyecto.

d) Los subgrupos elaborarán las pruebas de acuerdo con las directrices generales que se establezcan, en las cuales se dará una gran importancia al lenguaje empleado, que se fijará con todo el rigor posible. Las pruebas serán revisadas por los responsables del proyecto, a fin de que presenten un redactado y un nivel de dificultad adecuados, y serán validadas con la ayuda de asesores.

e) Las pruebas serán presentadas a la autoridad educativa de la zona, a fin de que autorice nuestra intervención, que es externa pero ya sólo hasta cierto punto, debido a la colaboración del profesor en la escuela.

f) Las pruebas serán finalmente pasadas a las escuelas y sus resultados serán analizados por los miembros del equipo investigador y comentadas en los centros de enseñanza no universitaria en los que se pasaron.

g) Se procurará favorecer lo más posible el trabajo conjunto entre todos los profesores universitarios y no universitarios) que intervengan en el proyecto.

### **Plan de trabajo**

#### *1ª Fase*

Esta fase ya se ha iniciado, gracias a una ayuda que hemos recibido del ICE de la UAB.

Finalizará en diciembre de 1989. En ella pretendemos llegar a la:

- Concreción de los marcos teóricos en los que se inscriben los conceptos a evaluar.
- Definición de la muestra de centros de enseñanza que participarán en el Proyecto.
- Formación de los equipos de trabajo.

#### *2ª Fase*

Esta fase finalizará en marzo de 1990. A lo largo de ella se realizarán visitas a Centros Universitarios extranjeros, especializados en evaluación educativa. En ella pretendemos:

- Elaboración y validación de las pruebas, a través de un ensayo en una muestra reducida de centros y de consultas con asesores, entre los cuales se cuenta con profesores en activo.

- Elaboración y validación de las encuestas a los profesores.

- Recogida de la muestra de ejercicios que serán analizados.

### *3ª Fase*

Esta fase finalizará en diciembre de 1990. En ella se considera conveniente visitar algunos países en los cuales se pasan a las escuelas, con normalidad, pruebas de evaluación externas.

A lo largo de ella se propone la:

- Utilización de las pruebas elaboradas como pruebas objetivas en el marco de la evaluación formativa en las escuelas.
- Presentación de las encuestas al profesorado.
- Análisis de los ejercicios de ciencias y de matemáticas recopilados.

### *4ª Fase*

Esta fase finalizará en octubre de 1991. En ella nos proponemos el:

- Análisis de los resultados de las pruebas y formulación de las primeras conclusiones.
- Vaciado y análisis de las encuestas a los profesores y formulación de los primeros resultados.
- Redefinición de las etapas posteriores en función de los primeros resultados obtenidos.

## **Metodología de la investigación**

Debemos diferenciar la metodología en las dos líneas de trabajo que se inician simultáneamente: A. Instrumentos de evaluación. B. Pensamiento del profesor.

### *A. Instrumentos de evaluación*

Se utilizarán pruebas que serán pasadas a alumnos universitarios de 7º y 8º de E.G.B., 1º, 2º y 3º de B.U.P., 1º y 2º de F.P.

La elaboración de las pruebas se ajustará a las categorías de evaluación ya indicadas y a los contenidos sobre los cuales hemos decidido centrar nuestro trabajo. Previamente, se habrá estudiado la bibliografía existente referente a las ideas espontáneas de los alumnos en referencia a estos temas y la información que se transmite a los alumnos de las escuelas que participan en el proyecto, a través de libros de texto o de consulta, de material didáctico, de programas de TV o video, etc.

Se cuidará especialmente el lenguaje de las pruebas, puesto que es una variable que creemos puede influir mucho en la interpretación que los alumnos hagan de los enunciados y queremos mantenerla controlada, en lo posible.

Las pruebas serán analizadas mediante "networks", con el tratamiento estadístico necesario a fin de hallar las correlaciones que permitan llegar a la comprensión del pensamiento de los alumnos, a través de las pruebas. Con ello conseguiremos una serie de pruebas ya comprobadas y analizadas, que serán modelo para otras posteriores de los mismos temas; en una nueva etapa de la investigación podrá ampliarse el número de temas, según el mismo método, si es que éste ha resultado satisfactorio.

### *B. El pensamiento del profesor*

En este aspecto se trabajará mediante encuestas al profesorado, que serán analizadas mediante los métodos estadísticos habituales.

Se analizarán también los contenidos de una muestra significativa de exámenes propuestos por los profesores de escuelas de primaria y de secundaria a los alumnos de ciencias y matemáticas.

## 6. CONCLUSIONES

Nuestro Proyecto se enmarca en una perspectiva ambiciosa, que requerirá investigaciones más amplias en las que se deberá trabajar conjuntamente con los profesores de los centros de enseñanza. Esperamos que el trabajo que iniciamos nos permita formar los primeros grupos de trabajo y diagnosticar las dificultades más importantes con las cuales se encuentran los alumnos y los profesores de ciencias, a fin de iniciar una segunda etapa a partir de un mayor conocimiento de los niveles en ciencias y matemáticas en los centros educativos de nuestro país.

Consideramos que la investigación que iniciamos puede integrar aspectos muy diversos en un proyecto común que es, también, una aportación a la Reforma de las Enseñanzas en cuanto que puede ser un elemento de motivación y formación del profesorado, así como de vinculación de los profesores de las escuelas a la investigación universitaria, que se mantiene así próxima a los problemas reales de las aulas. Agradecemos por ello la ayuda económica que hemos recibido del ICE de la UAB, que nos ha permitido iniciar nuestro trabajo con algunas colaboraciones externas que han sido de gran ayuda.

Los diversos aspectos que se integran en nuestro proyecto (problemas lingüísticos, resolución de problemas, ideas previas de los alumnos...) pueden trabajarse con mayor profundidad en el futuro, y confiamos que así sea. Algunos de los profesores del Departamento desean realizar su tesis doctoral sobre ellos, y lo mismo podemos decir respecto a algunos alumnos del Máster. Por ello esperamos que este primer proyecto sea para nosotros una ocasión privilegiada de reconocimiento de problemas y de planteamiento de las preguntas que orientarán las investigaciones futuras.

Otro aspecto de interés de la tarea que nos proponemos radica en la evaluación de los aspectos experimentales y aplicativos, significativos, de las ciencias y de las matemáticas, con un modelo de evaluación como investigación en ella misma. Los instrumentos que elaboramos podrán ser adaptados por los profesores.

Por todo ello creemos que es ahora muy necesario impulsar la investigación referente a la evaluación de los conocimientos de ciencias y matemáticas que admita como

presupuesto básico, imprescindible, los aspectos operacionales y aplicativos de estas disciplinas y que parta de un concepto de evaluación como investigación en ella misma y como parte imprescindible en el desarrollo del currículo. Los instrumentos de evaluación elaborados desde esta perspectiva ayudarán a comprender lo que pasa realmente en las aulas y en los laboratorios y, a partir de aquí, modificarán la práctica docente en estas áreas de conocimiento.

Creemos que en un momento de reforma de las enseñanzas la investigación que proponemos puede ser especialmente adecuada, tanto por la importancia de los propios resultados que de él pueden obtenerse como por la motivación y estilo de trabajo que podría promover entre el profesorado.

### BIBLIOGRAFIA

- ALBERTS, R.V., van BEUZEKON, P., HELLINGMAN, C. (1986): *The development of standardized test for experimental work at schools in the Netherlands*. Eur. J. Sc. Ed., 8(2), 135-143.
- APU (Assesment of Performance Units) (1985): *Science in schools. Age 11: Report nº 4*. Department of education and Science. London.
- APU (1985): *Science at age 13 and 15. Sample questions*. Department of education. London.
- APU (1984): *Science Development*. Department of Education and Science, H.M.S.O. London.
- APU (1982): *Mathematical Development*. Department of Education and Science, H.M.S.O. London.
- AKADEMIAI KIADO (1987): *The Effects of Modern Mathematics*. Budapest.
- BEN-PERETZ, M., BROME, M., HALKES, R. (1986): *Advances of Research on Teacher Thinking*. ISSAT. Lisse.
- BENNETS, J., FAIRBROTHER, R.W., WILMOTT, A.S. (1986): *The moderation of teacher assesment*. Ed. in Science, 116, 16- 8.
- BLISS, J., MONK, M., OGBORN, J. (1983): *Qualitative Data Analysis for Educational Research*. London and Camberra: Cromhelm.
- COOK, T.D., REICHARDT, C.S. (1986): *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Madrid: Morato.
- DRIVER, R., GUESNE, E., TIBERGHIE, A. (1985): *Children's ideas in Science*. Philadelphia: Open University Press.
- GIL PEREZ, D. (1983): Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 1(1), 26-33.
- HODSON, D. (1986): *The role of assesment in the "curriculum cycle: a survey of science department practice*. Research into Science and technological Education, 4, 7-18.
- JOHNSON, S. (1978): *Assesment in Science and Technology*. St. Sc. Ed., 83-108.
- MATHEMATICS EDUCATION INFORMATION REPORT, (1986): Centre for Science and Mathematics Education. The Ohio Estate University.
- MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA. Proyecto para la Reforma de la Enseñanza.
- POPHAM, W.J. (1980): *Problemas y técnicas de la evaluación educativa*. Madrid: Anaya.
- WILMOTT, A.S., NUTTALL, D.L. (1975): *The reliativity of examinations at 16+*. London: Macmillan.