

Número de invitados especiales: 10 del país y del extranjero.

**Objetivos**

**Actividades realizadas**

- Dictado de 23 cursos de actualización y perfeccionamiento.
- Conferencias.
- Simposios.
- Presentación de trabajos.
- Sesiones de discusión de trabajos.
- Exhibiciones de material bibliográfico, equipos didácticos e instrumental.
- Reuniones de docentes (por área de enseñanza).
- Elaboración de recomendaciones.
- Asambleas provinciales para renovación de autoridades de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (A.P.F.A.).
- Asamblea Nacional para renovación de autoridades de ABFA.
- Promover el intercambio de experiencias e información en lo referente a objetivos, métodos de enseñanza y técnicas de evaluación.

- Promover la realización y presentación de trabajos que constituyan desarrollos e investigación originales en el área de la enseñanza de la Física.
- Promover y facilitar el intercambio entre los docentes de Física de todos los niveles, primario, medio, terciario y superior.
- Brindar a los docentes la posibilidad de actualizar y profundizar su formación profesional.
- Promover la discusión permanente sobre la educación científica que se imparte en nuestro país, con miras a diseñar accionar que permitan incidir en el mejoramiento de la enseñanza de la Física en todos los niveles.

**TERCERA REUNION NACIONAL DE EDUCACION EN LA QUIMICA**

*República Argentina, 1985*

Los días 21 a 24 de agosto de 1985 se efectuó en la ciudad de San Luis, República Argentina, la «Tercera Reunión Nacional de Educación en la Química»

(REQ-3) que fue organizada por la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad de San Luis.

A la misma concurren profesores de nivel medio y terciario (universitario y no universitario) de todo el país, así como alumnos de institutos de formación de profesores.

Se presentaron más de ochenta trabajos duplicándose el número de los presentados a la anterior Reunión Nacional de Educación en la Química (REQ-2).

En una sesión plenaria final se aprobaron distintas recomendaciones vinculadas con los mismos.

Simultáneamente y aprovechando la asistencia de profesores a la RFQ-3 se efectuó una Asamblea de miembros de la Asociación de Docentes de Química de la República Argentina en la cual se aprobó el proyecto de estatutos para la entidad.

Se ha previsto efectuar en 1986, en la ciudad de Cosquín, Provincia de Córdoba, el Primer Congreso Argentino y Latinoamericano de Educación en la Química (CFQ-1) durante los días 20 a 23 de agosto de 1986.

Faustino F. Beltrán

## CENTROS DE FORMACION DEL PROFESORADO

**SHELL CENTER FOR MATHEMATICAL EDUCATION: ESTUDIOS DE ENSEÑANZA POR DIAGNOSTICO**

*A.M. Bell  
Shell Centre for Mathematical Education:  
University of Nottingham, UK.*

*Versión castellana: Luis Puig, Escola Universitària del Professorat d'EGB, Universitat de València.*

La investigación en «Enseñanza por Diagnóstico» ha intentado abordar algunos de los problemas fundamentales del aprendizaje de las matemáticas. Que la comprensión de las matemáticas es difícil de lograr para muchas personas es algo sobre lo que existe acuer-

do general. Muchos abandonan la escuela con la sensación de haber intentado aprender a realizar un cierto número de trucos mentales, con o sin éxito, pero sin la sensación de haber entendido las razones básicas de tal actividad. El hecho de que generalmente se acepte que las matemáticas son «útiles» se acompaña a menudo con una sensación de misterio respecto a cómo funcionan. Para abordar estos problemas se requiere desarrollar actividades en el aula que sean interesantes y significativas para los alumnos, pero que también sean efectivas en el sentido de que hagan a los alumnos capaces de aprender; lo que podría ser descrito como combinar motivación con progreso.

El buscar tareas motivadoras y significativas ha conducido a algunos profe-

sores de matemáticas a desarrollar el concepto de «investigaciones matemáticas» como un tipo de tarea importante. Más recientemente se ha extendido la gama de actividades reconocidas para incluir «investigaciones aplicadas» y problemas de «modelado». Esto se ha producido como respuesta a la conciencia de que hay una dificultad considerable en el proceso de llegar a entender por primera vez la forma como funciona una situación dada y la estructura matemática que contiene; y de que esta etapa ha sido descuidada en los problemas predigeridos que se ofrecen por regla general en los libros de texto. El proyecto «Testing Strategic Skills» está intentando que dichas actividades tengan mayor uso. La investigación sobre enseñanza por diagnóstico tiene en cuenta estos desarrollos, pero su énfasis

sis particular está puesto en cómo estas y otras actividades pueden convertirse en tareas que faciliten el progreso en la comprensión de las estructuras conceptuales contenidas en ellas.

Estudios recientes sobre rendimientos en matemáticas, tales como los dirigidos por el APU del DES (Assessment of Performance Unit of Department of Education and Science) y por el proyecto CSMS (Concepts in Secondary Mathematics and Science) en el Chelsea College, han provocado una sorpresa considerable en muchos lugares, tanto al dar cuenta de niveles de logro aparentemente bajos, como de ganancias anuales relativamente pequeñas. El profesor en el aula, por otro lado, se ve a sí mismo enseñando, día tras día, una cantidad considerable de material que los alumnos aprenden aparentemente, al menos hasta un cierto punto, y que retienen, al menos durante un corto periodo de tiempo. El grado de sorpresa despertado es un indicador de nuestra ignorancia de la manera cómo el aprendizaje a corto plazo contribuye al aprendizaje, más profundo, a largo plazo y el punto hasta el cual lo hace.

### Resultados

Nuestro trabajo se ha construido sobre el conocimiento existente de los errores conceptuales corrientes y ha extendido este conocimiento según iba siendo necesario para el diseño de nuestra enseñanza.

Los materiales de enseñanza de un tema particular intentan comenzar con una situación exploratoria rica, que contiene varios elementos de información, con una invitación a considerar qué información adicional puede obtenerse a partir de lo dado. A continuación de esta exploración inicial el trabajo se centra en unas pocas cuestiones en particular, que contienen obstáculos conceptuales importantes. Las preguntas se plantean deliberadamente de tal manera que permitan que los conceptos erróneos salgan a la superficie, si es que los hay, y que así se cree un conflicto que pueda ser discutido y resuelto. La tercera fase del ciclo de enseñanza consiste en ejercicios que llevan incorporado su propio control de corrección. El nuevo conocimiento consciente, alcanzado durante el conflicto-discusión, se pone en práctica de esta manera en una situación en la que los alumnos saben inmediatamente si han cometido un error, y pueden reconsiderar su respuesta.

Dentro de este marco general hay un cierto número de puntos que necesitan ser desarrollados y un cierto número de preguntas que necesitan ser investigadas. En primer lugar hay preguntas relacionadas con el diagnóstico de los problemas conceptuales en el interior del campo elegido, que necesitan ser contestadas antes de que el material para la enseñanza pueda ser diseñado. Esto trae consigo en primer lugar la observación de los errores más comunes de los alumnos, luego la ardua tarea de determinar cuáles son los conceptos erróneos que subyacen en ellos. Para esta tarea hace falta saber elegir problemas críticos, conducir entrevistas con sensibilidad e interpretar las respuestas de los alumnos con imaginación.

Luego, al llegar a la etapa de enseñar, hay preguntas relativas a:

- tipos de situaciones exploratorias y maneras de plantearlas,
- maneras de generar conflictos,
- maneras de proporcionar control.

Sobre estas cuestiones se han realizado algunos experimentos.

### La validez del conflicto

Dos son los experimentos principales que han examinado el papel del conflicto cognoscitivo en el aprendizaje conceptual. El primero comparó dos formas de enseñanza por diagnóstico. Ambas estaban centradas en los errores conceptuales conocidos, pero una provocaba el conflicto y la discusión, mientras que el otro método, «sólo positivo», no lo hacía. En el último, se enseñaron procedimientos correctos que evitaban los errores conceptuales, mientras que en el primero se colocó a los alumnos en primer lugar en una situación que provocaba la aparición de los conceptos erróneos. Una tarea típica fue generar una secuencia 0,3, 0,6, 0,9, ..., que conduce al error 0,12, 0,15; la misma tarea se realizó luego sobre la recta numérica, dando 1,2, 1,5 y fue comprobada con una calculadora. Se discutieron el conflicto y las razones que lo producen. El grupo «sólo positivo» omitió la primera tarea, yendo directamente a la recta numérica y la calculadora, eludiendo así el error y el conflicto. Ambos grupos hicieron progresos, pero el grupo «conflicto» significativamente más que el «sólo positivo».

En el segundo experimento, nuestro material fue enseñado por varios maes-

tros a sus propias clases de diferentes maneras. Estas incluyeron las maneras clásicas con y sin discusión, y una manera en la que se puso énfasis en actividades de reflexión tales como «elaborar preguntas» y «corregir deberes». Este mostró una relación muy estrecha entre la cantidad y la intensidad del conflicto con discusiones, y el progreso de los alumnos.

### El uso de diagramas

Dibujar un diagrama es una forma típica de intentar resolver un problema y se usa a menudo para ayudar a clarificar problemas a los alumnos. Nuestros experimentos han mostrado que el uso de diagramas no es tan sencillo como se asume en general. Grosso modo, la construcción del diagrama que hubiera hecho capaz a un problema de ser resuelto, parece requerir a menudo una comprensión de las relaciones implicadas que no era poseída por los que no pudieron resolver el problema. Así que la idea del diagrama como un método de solución se vino abajo. Sin embargo, la enseñanza que usó la construcción de un diagrama adecuado como la base de una discusión de los conceptos implicados y sus relaciones, sí que produjo éxito. Esto clarificó la comprensión de la situación y los alumnos fueron capaces entonces a menudo de resolver el problema sin necesitar dibujar ningún diagrama lo que proporciona una cierta confirmación de que la discusión explícita de los conceptos claves es lo que es esencial para el aprendizaje.

### Números fáciles

Otros experimentos han explorado otra idea clásica en la enseñanza y la resolución de problemas: la de cambiar los números de un problema por otros más fáciles. En particular, hemos estudiado la sustitución de números tales como 3, 6 en problemas que requieren números tales como 28,7, 0,4. En los problemas con números fáciles la propia elección de la operación es más fácil, aparentemente a causa de la posibilidad de ensayos rápidos y comprobaciones de la consistencia con lo que se espera. También sabemos que los alumnos no necesariamente miran la operación como invariante bajo cambios de número en un problema. (Por ejemplo,  $8 : 1/4$  puede verse esencialmente como la multiplicación  $8 \times 4$ , que es el cálculo que realmente es necesario realizar). Nuestro trabajo ha mostrado que es preferible mirar el sustituir por números fáciles no como un algoritmo de la

invariancia de las relaciones de cantidad bajo cambios de números. El principio diagnóstico de indentificar y tratar los problemas conceptuales está aquí de nuevo a prueba.

#### Estimar y comprobar

Esta es una forma de tener control sobre la corrección del método que no ha elegido, y está claro que es una estrategia general que hay que desarrollar. En nuestros experimentos sobre la resolución de problemas que contienen operaciones aritméticas, se les pidió a los alumnos que escribieran una estimación, que escribieran la operación que había que realizar, y que la evaluaran después usando una calculadora. Luego, que compararan sus respuestas con su estimación y (en un espacio adicional de la hoja de trabajo) que hicieran una nueva elección, si era necesario. El trabajo inicial no tuvo éxito. Los alumnos alteraban sus estimaciones retrospectivamente, al creer que la exigencia más importante era tener respuestas correctas en sus ejercicios. Posteriormente esto se mejoró manteniendo largas discusiones sobre la naturaleza y el propósito de esta estrategia, y extendiendo a las clases el principio general de autocomprobación de métodos.

#### Otros experimentos

*Juegos* que comprometen a los jugadores en elecciones que traen consigo los conceptos clave y los conceptos erróneos, han sido desarrollados y está claro que son situaciones de aprendizaje muy poderosas. Cuando están diseñados bien, tienen los elementos de comprobación (ya sea incorporados o gracias al reto del oponente), autoajuste al nivel propio de los alumnos (esencialmente uno elige sus propios ejemplos) y también los de repetición con variedad.

*Elaborar preguntas* incluye varias maneras de invertir el orden usual en la enseñanza que consiste en que el profesor hace las preguntas y el alumno da las respuestas. Una de ellas es la generación de preguntas por los alumnos a partir de una situación inicial: otra es dar un cálculo, pongamos que « $0,4 : 25$ », para el cual el alumno tiene que inventar una «historia» posible en un contexto dado, tal como velocidad. Otro tipo de inversión de papeles es «Corregir Deberes», en el cual el alumno corrige un examen escrito real o ficticio de otro, planteando la naturaleza del error y ofreciendo una explicación posible.

Todas éstas han probado ser buenas maneras de provocar reflexión y discusión, aunque no son tareas fáciles y necesitan una cierta perseverancia para que los alumnos se acostumbren a ellas.

#### Desarrollo de tests

Los tests usados en la fase de diagnóstico han pasado por varias etapas de refinado, con el fin de mostrar tan claramente como sea posible los diversos errores conceptuales que han sido observados. También han sido abreviados para hacer «catas» de unos pocos puntos claves, para su uso como pre y post-tests dentro de cada lección experimental. Estos representan recursos valiosos para el profesor, además de formar una parte esencial de los materiales de enseñanza. Para la observación sistemática de las lecciones, se ha ideado un formulario de observación estructurado.

#### Trabajo actual

En las etapas iniciales del desarrollo de la investigación, la enseñanza era realizada por los investigadores. Actualmente, se han elaborado unidades de trabajo con notas completas para el profesor, y son los propios profesores de los grupos experimentales quienes las enseñan, con observaciones hechas por el equipo de investigación. Esto nos está permitiendo desarrollar las notas para el profesor de manera que guíen la promoción de discusiones vigorosas centradas en los conceptos claves. Para la mayoría de los profesores esto representa una extensión significativa de la gama de sus destrezas profesionales. Las comparaciones hechas entre versiones diferentes del mismo material, usado con y sin discusión, muestran que, en general, el progreso de los alumnos está relacionado con la cantidad y la intensidad de la discusión. Las hojas de trabajo individuales no colocan al alumno cara a cara con las ideas importantes y con sus propios conceptos erróneos con tanta efectividad. De hecho, mientras se eluda cualquier enzarzarse serio con las ideas claves, es muy difícil diseñar hojas de trabajo que no puedan ser seguidas por los alumnos con éxito relativo.

Un desarrollo importante de la investigación es el establecimiento de un grupo de profesores para trabajar en maneras de estimular buenas discusiones en el aula.

Los tipos de tarea que se están desarrollando en la investigación, tales como «estimar y comprobar», o «corregir de-

beres», sólo son totalmente efectivos cuando una clase ha obtenido alguna pericia en abordarlos y el profesor ha desarrollado alguna destreza en usarlos. Por tanto, necesitamos un grupo de profesores que estén interesados en entrenarse, ellos y a sus clases, en el nuevo enfoque. Será así más posible diseñar material de manera que profesores a gran escala puedan usarlo con efectividad.

#### Temas particulares

##### Decimales

Siempre que uno coge un libro de texto y lo abre por el capítulo titulado «decimales», uno se encuentra normalmente con que trata principalmente de enseñar a los niños cómo hacer cuentas con ellos. Nuestros estudios han mostrado que tal tipo de énfasis hace poco por corregir los numerosos conceptos erróneos que tienen los niños, tanto respecto a la naturaleza y el uso de los decimales como a las operaciones que los combinan. Por ejemplo, hemos descubierto que hay muchos niños que interpretan un número decimal como si consistiera en dos números enteros independientes, separados por una coma meramente decorativa. Por lo tanto, razonan que  $0,236$  es mayor que  $0,4$  porque  $236$  es mayor que  $4$ , que  $2,5$  multiplicado por  $10$  es igual a  $20,50$ , etc. Algo quizá más sorprendente es que hemos encontrado mucho niños que parece que crean que «los números decimales cortos valen siempre más». Por ejemplo,  $0,4$  es mayor que  $0,62$  porque  $0,4$  sólo va hacia atrás hasta las décimas, mientras que  $0,62$  va más atrás hasta las centésimas, o simplemente porque el cuatro es mayor que el sesenta y dos. Muchos niños basan su comprensión de las operaciones en su experiencia con los números enteros. Por lo tanto, creen que un número no puede dividirse por otro mayor que él, y que la multiplicación siempre aumenta y la división siempre disminuye. A menudo, los conceptos erróneos de este estilo no resultan afectados por la enseñanza tradicional en las clases. Por lo tanto, hemos intentado idear tests de diagnóstico que saquen a la luz tales conceptos erróneos, y actividades de enseñanza que intenten superarlos. Muchas de esas actividades conllevan hojas de trabajo basadas en la calculadora, discusiones y juegos que intentan desarrollar destrezas de estimación. También se ha producido un vídeo que muestra algunas entrevistas con alumnos que poseen esos conceptos erró-

neos. El paquete de materiales de enseñanza y tests está disponible actualmente para el uso de los profesores.

#### Elección de la operación

Este área de trabajo está centrado en las dificultades que experimentan los niños cuando intentan elegir las operaciones correctas que hay que realizar al resolver problemas que engloban conceptos diferentes y que poseen estructuras diferentes. Parece que estas dificultades están causadas fundamentalmente por conceptos erróneos fundamentales sobre la naturaleza de las operaciones, falta de familiaridad con los contextos particulares y conceptos erróneos que surgen como consecuencia de su falta de experiencia en traducir palabras a expresiones simbólicas. Por ejemplo, parece que los problemas que implican «partition»\* (dividir entre un número determinado de partes), «quotition»\* (dividir en partes de un tamaño determinado) o razón (por ejemplo, precio y rapidez) tienen cada uno de ellos tipos de dificultad muy diferentes. Parece también que muchos alumnos no se dan cuenta de que una relación tal como  $\text{coste} = \text{precio unitario} \times \text{peso}$  sigue siendo verdadera incluso cuando los números que aparecen son más pequeños que uno. Materiales de enseñanza que incorporan los resultados de esta investigación, se están desarrollando también; Barry Onslow está emprendiendo un estudio particular de la enseñanza de los problemas de razón.

#### Razones

Este aspecto del trabajo sobre la «elección de la operación» es el trabajo de un estudio particular de desarrollo de enseñanza.

#### Números dirigidos

Este tema continúa ejercitando las cabezas de muchos profesores de matemáticas. Nuestras primeras investigaciones mostraron que los alumnos intentaban realizar operaciones con esos números (en particular la substracción) siguiendo reglas simbólicas, pero que tenían una idea vaga del significado de las operaciones. Esto sugirió la necesi-

dad de construir un surtido más rico de significados para esos números. Con este fin hemos recogido y sometido a prueba un paquete de materiales de enseñanza que usan dinero, temperatura, edades relativas, listas de éxitos, tablas de clasificación de la liga y un juego de cartas.

#### Álgebra

Un trabajo reciente sobre este tema se ha centrado en ayudar a los alumnos a desarrollar destrezas para resolver ecuaciones mediante la manipulación de expresiones numéricas en primer lugar, y la observación de los efectos de quitar o poner números adicionales en uno u otro lado de la ecuación. Se han realizado experimentos con grupos pequeños de alumnos y con clases completas.

#### Publicaciones

- BELL, A.W., 1980, What Does Research Say about Teaching Methods in Mathematics. Conferencia dada en una reunión de la British Society for the Psychology of Learning Mathematics. (Shell Centre for Mathematical Education: University of Nottingham).
- BELL, A.W., 1982, Diagnosing Students Misconceptions, *Australian Mathematics Teacher*, Vol. 38, pp. 6-10.
- BELL, A.W., 1982, Treating Students Misconceptions, *Australian Mathematics Teacher*, Vol. 38, pp. 11-13.
- BELL, A.W., 1982, Looking at Children and Directed Numbers, *Mathematics Teaching*, Num. 100, pp. 66-72.
- BELL, A.W., 1983 Directed Numbers and the Bottom Up Curriculum, *Mathematics Teaching*, Num. 102, pp. 28-32.
- BELL, A.W., 1983 Diagnostic Teaching, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, Vol. 15, pp. 83-89.
- BELL, A.W., 1984, Structures, Contexts and Learning *Journal of Structural Learning*, pp. 353-359.
- BELL, A.W., SHIU, C.M., 1981, Diagnostic Teaching in Mathematics. Part 1 of Report of SSSR Research Report Diagnostic in Mathe-

tics. (Shell Centre for Mathematical Education: University of Nottingham).

- BELL, A.W., SHIU, C.M., HORTON, B., 1981, Evaluating Attainment in the Process Aspects of Mathematics. Part 2 of Report of SSSR Research Report Diagnostic Teaching and the Acquisition of General Strategies in Mathematics. (Shell Centre for Mathematical Education: University of Nottingham).
- BELL, A.W., LOW, B., 1983, Additives Problems in Everyday Situations (Shell Centre of Mathematical Education: University of Nottingham).
- BELL, A.W., FISCHBEIN, E., GREER, B., 1984, Choice of Operation in Verbal Arithmetic Problems: The Effect of Number Size, Problem Structure and Context, *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 15 pp. 129-147.
- SWAM, M., 1983, The Meaning and Use of Decimals. (Shell Centre for Mathematical Education: University of Nottingham).
- SWAM, M., 1983, Teaching Decimal Place Value - A Comparative Study of «Conflict» and «Positive Only» Approaches. (Shell Centre for Mathematical Education: University of Nottingham).

#### \* Nota del traductor:

He preferido dejar los términos «partition» y «quotition» sin traducir al castellano porque en el contexto de este artículo tienen un sentido muy preciso que ha sido fijado por el autor en otros trabajos (p.e. Bell, Fischbein Greer, 1984). Como indica el texto, «partition» hace referencia a los problemas de división en los que el número de partes viene dado y la incógnita es cuánto corresponde a cada parte, y «quotition» a los problemas en que la incógnita es el número de partes. No sería difícil elegir una traducción para «partition» («reparto» es a mi entender mejor opción que «partition»), pero «quotition», que ya es un neologismo en inglés, exigiría forjar uno en castellano y no he creído que esta traducción sea el lugar para hacerlo.