Las matemáticas en primaria y secundaria en la década de los 90

Geoffrey Howson, Bienvenido Nebres y Brian Wilson

Rx

El acelerado cambio del papel de las matemáticas en el mundo en general o en cada cultura en particular, supone una serie de desafíos y cambios correlativos en la enseñanza de las matemáticas. En este ya clásico informe, convertido en libro tras su discusión en un seminario internacional, se pasa revista a ambos procesos y se sacan consecuencias concretas para la educación y los educadores sobre el lugar y el modo de abordar las matemáticas en el currículum escolar.

Quienes se dedican a la educación matemática pueden considerar las «Matemáticas escolares en la década de los 90» de dos modos. Uno de ellos seguir trabajando en su propia área de actividad y esperar a saber en dónde se encontrarán las matemáticas escolares en la próxima década; el otro es formarse una visión de lo que las matemáticas escolares podrían ser y trabajar para la consecución de ese objetivo (sabiendo, desde luego, que habrán de hacerse ajustes ante sucesos y desarrollos imprevistos). El presente estudio está dirigido a aquellos que deseen seguir la segunda vía y a aquellos que tengan interés en considerar cuáles pueden ser los objetivos y cómo pueden ser alcanzados. Al mirar hacia adelante, sin embargo, debemos guiarnos por las experiencias de los últimos treinta años, porque hemos aprendido que lo deseable puede no ser alcanzable: los objetivos deben establecerse siendo conscientes de que hay limitaciones e impedimentos.

Estas páginas tratan de formular un conjunto de preguntas clave que hemos de afrontar al mirar hacia adelante.

Una cosa es segura. No puede haber un acuerdo universal sobre los objetivos para la década de los 90. Los más de sesenta países miembros del ICMI (International Conference on Mathematics Instruction) presentan un amplio abanico de estructuras económicas, sociales y geográficas. Algunos cuentan con décadas de enseñanza secundaria obligatoria, mientras que otros aún no han

Comunicación, Lenguaje y Educación, 1991, *11-12,* 95-112

conseguido una enseñanza primaria para toda su población. ¿Cómo puede hablarse de objetivos comunes cuando los países desarrollados piensan en diez o doce años de enseñanza obligatoria, mientras que la mayoría de los en muchos países en vías de desarrollo sólo tienen de cuatro a seis años de escolaridad?

Sin embargo, aunque los contextos y las soluciones puedan diferir los problemas subyacentes son a menudo los mismos. Por ello, uno de los propósitos de este estudio será el de intentar identificar las preguntas básicas respecto a la educación matemática que existen, y deben ser respondidas, en todos los países. Una primera lista de tales preguntas están en las sección 4 a 8.

Hay otra cosa que puede darse por segura al encarar la próxima década: es poco probable que sean años fáciles para los educadores de cualquier país. La polarización en países ricos y pobres sigue creciendo. Hay escasas perspectivas de que en la mayoría de los países en vías de desarrollo los presupuestos para educación crezcan. Sin embargo, la población sí que crecerá y los deseos que la población tendrá de participar en la escolarización crecerán también. De los países desarrollados, algunos han de ajustarse a cambios sociales, industriales, comerciales y económicos que están teniendo un efecto profundo sobre sus asuntos financieros y sobre la distribución de riqueza. En muchos países esa polarización ricos/pobres que se observa a escala mundial también se observa dentro del propio país. Las implicaciones que esto tendrá para los educadores en general serán enormes y habrán de vencerse una multitud de dificultades.

Sin embargo, debe proporcionarse una respuesta que reconozca esas dificultades, pero que se esfuerce por superarlas.

Enfrentados a esta desalentadora exposición, los educadores de matemáticas no deberían, sin embargo, sumirse en la desesperación. A la vez que reconocemos nuestros problemas, hemos también de felicitarnos por el hecho de que ninguna otra disciplina tiene una tradición tan larga de trabajo en cooperación como la que nosotros tenemos. Los profesores de matemáticas fueron los primeros que crearon comités y asociaciones fuertes a escala nacional e internacional. Es importante que estas organizaciones sean utilizadas en un intento colectivo por resolver los problemas que afrontamos.

No habrá respuestas sencillas a las preguntas que aquí se harán. Las respuestas variarán de país a país e incluso dentro de un mismo país. Es importante, sin embargo, que cuando busquemos las respuestas a esas preguntas intentemos darnos cuenta de las *consecuencias* de nuestras decisiones e intentar prever esas consecuencias.

TECNOLOGIA, SOCIEDAD Y MATEMATICAS

No hay duda de que el mundo está actualmente en los avatares de una nueva revolución que tendrá sobre la sociedad una influencia tan grande como la de la revolución industrial. Además, la rapidez de los efectos de esta nueva revolución es considerablemente mayor que la de su predecesora.

La tecnología está influyendo poderosamente en la sociedad y como consecuencia está haciendo, y lo hará cada vez más, que haya que volver sobre los objetivos educativos. Las matemáticas mismas están siendo doblemente afectadas. Además de este efecto directo, la enseñanza de las matemáticas se verá también afectada de varias maneras: a través de una sociedad cambiante (exigencias, expectativas, tendencias de empleo, etc.) cambian también los objetivos y estructuras de la educación y cambian las posibilidades pedagógicas.

El impacto de la tecnología no es el mismo en todas las sociedades. Así por ejemplo, en las sociedades rurales del Tercer Mundo el desarrollo tecnológico puede traer consigo crecientes demandas de matemáticas: la agricultura de subsistencia y el comercio en pequeña escala pueden requerir la toma de decisiones matemáticamente fundamentales. Por otra parte, hay evidencia de que en los países desarrollados hay ahora menos demandas matemáticas en el volumen total de empleo —muchas exigencias tradicionales son cumplidas ahora por el ubícuo «chip»—. En general, sin embargo, es innegable que las matemáticas están desempeñando un papel más y más importante en las sociedades. La consecuencia de esto es que hay una élite sobre la que recaen cada vez mayores y más cambiantes demandas matemáticas y que, como resultado, disfrutará de una importancia creciente. Al igual que en otros aspectos de la vida, también hay una polarización en las exigencias matemáticas para el trabajo que debería afectar al diseño curricular. También hay que tener en cuenta el problema del posible desempleo a largo plazo. *¿Cómo afectará esto al objetivo de unas «matemáticas» para todos?*

La tecnología afecta también a nuestras ideas acerca de lo que cabe considerar como «conocimiento útil». ¿Sigue siendo «conocimiento útil» el algoritmo para divisiones largas en un mundo en el que hay fácil acceso a las calculadoras? No obstante, el concepto de división sigue teniendo importancia: aquellos que, por ejemplo, deseen posteriormente factorizar polinomios puede que sigan considerando «útil» en un sentido propedéutico el algoritmo para largas divisiones (por supuesto, hasta que los microordenadores que manipulan expresiones simbólicas sean igualmente de uso común). ¿Qué es lo que probablemente será conocimiento matemático «útil» o «conocimiento para la acción» en la década de los 90?

A pesar del considerable y creciente impacto de la tecnología en la escuela, la experiencia de todas las fases anteriores del cambio educativo fortalece la creencia de que los profesores continuarán desempeñando un papel central en la educación de los estudiantes. Sin embargo, la naturaleza de ese papel está cambiando y lo seguirá haciendo. Por ejemplo, la tecnología puede afectar y afectará a la práctica de las clases; pero ¿de qué modo? Anteriormente hemos dicho que los educadores de matemáticas pueden elegir entre reaccionar a los cambios que ocurren a su alrededor o intentar prever, e influir, en esos cambios. En lo que a la tecnología se refiere, pueden o bien responder a los últimos desarrollos —¿cómo utilizamos el microordenador?— o bien tratar de influir en los diseñadores y productores mediante el establecimiento de objetivos tecnológicos. ¿Qué clase de aula prevemos para los años noventa? ¿Qué desarrollos tecnológicos desearíamos que tuviesen lugar? ¿Cómo podemos ayudar a delinear el desarrollo del hardware tecnológico para propósitos educativos? ¿Cómo han de ser la formación inicial y la formación de los profesores en ejercicio en la próxima década para que puedan hacer frente a nuevos, y en cierta medida desconocidos, desarrollos.

Un entorno tecnológico influye sobre las actitudes de los estudiantes hacia las escuelas y sobre el concepto que se forman acerca de lo que constituyen el conocimiento y la comprensión deseables; otro punto importante al que debe darse respuesta.

En secciones posteriores consideraremos con más detalles todos estos asuntos. Baste aquí con subrayar una vez más que la manera en que esos desarrollos tecnológicos tengan lugar y las respuestas que se den a ellos motivarán mucho de lo que escribamos.

LAS MATEMATICAS ESCOLARES, LA SOCIEDAD Y LOS OBJETIVOS EDUCATIVOS GENERALES

Antes de intentar subdividir el campo de problemas parece que sería deseable tomar en consideración algunas preguntas generales que tienen su origen en los contextos sociales específicos en los que las matemáticas se enseñan y en el hecho de que las matemáticas escolares no son más que uno de los componentes de la vida escolar.

En primer lugar debe distinguirse entre países desarrollados y países en vías de desarrollo.

El curriculum canónico de matemáticas para las escuelas primarias y secundarias fue ideado en un contexto histórico y cultural particular (el de las sociedades occidentales) y teniendo en mente una minoría de la sociedad —porque sólo un sector de élite tenía acceso a un número substancial de años de escolaridad—. En las últimas décadas lo que antaño estaba pensado para unos pocos no sólo se ha puesto a disposición de todos, sino que se les ha forzado a cogerlo.

El movimiento hacia «las matemáticas para todos» se emprendió tan rápidamente que sus consecuencias globales están todavía por evaluar y apreciar. Las esperanzas y expectativas iniciales no se han cumplido por completo. Una nueva política será necesaria para los años noventa. Por ejemplo, grandes problemas han surgido en conexión con la diferenciación de los estudiantes y de los curricula: problemas afectados por consideraciones pedagógicas, sociales y políticas. ¿Qué soluciones podemos ofrecer a estos problemas en la década de los 90? ¿En qué medida es deseable, necesaria, posible la diferenciación?

En estos dos últimos siglos las matemáticas han ocupado un lugar muy crucial en el curriculum debido a su uso como plataforma para acceder a numerosas profesiones. Esto ha ejercido considerables presiones sobre las matemáticas escolares (ampliamente consideradas como de la mayor importancia, pero no necesariamente por sí mismas) y, en particular, ha hecho de la manera de evaluar el nivel de conocimientos matemáticos alcanzados por los estudiantes un asunto de una gran importancia general. ¿Hasta qué punto la alta estima en que se tiene a las matemáticas escolares milita en contra de su propio bienestar?

¿Debería ponerse en tela de juicio la privilegiada posición de las matemáticas o deberían los educadores matemáticos luchar por mantenerla? ¿Cuál de estas dos opciones sirve mejor los objetivos educativos generales? ¿Servirían mejor las matemáticas escolares las necesidades de los alumnos si su posición en el curriculum fuese reconsiderada si se dedicase menos tiempo (o incluso más tiempo) a su estudio?

No sólo se exige capacidad matemática como requisito para acceder a más y más profesiones (aun cuando estas profesiones puede que no hagan uso de las técnicas y conocimientos matemáticos que se exigen para acceder a ellas), sino que las matemáticas están siendo empleadas en un creciente número de disciplinas. Los efectos que esto tiene son variados. Por un lado, materias como la biología y la geografía se están haciendo más cuantitativas y están proporcionando nuevas oportunidades para un trabajo escolar coordinado y para desplegar la potencia de las aplicaciones de las matemáticas. Por otro, como resultado de la necesidad de enseñar física a muchos más estudiantes, las matemáticas que tradicionalmente se encontraban en los programas de física se han debilitado (porque la mayoría de los estudiantes no pueden hacer frente a las exigencias tradicionales), se pone mayor énfasis en argumentos cualitativos y hay una falta de fortalecimiento de lo que se ha enseñado en las clases de matemáticas.

La necesidad de reconsiderar y ajustar el curriculum canónico de matemáticas se hace aún más evidente cuando se piensa en las necesidades de los países en vías de desarrollo. En muchísimos de ellos, los sistemas educativos han surgido como réplicas exactas de los de países colonizadores. Originariamente, la enseñanza secundaria estaba limitada a unos pocos y trataba de ofrecer a una minúscula élite una educación comparable a la que se ofrecía en el país colonizador y que proporcionara una base para poder hacer *estudios universitarios en Europa Occidental.* Pero tal objetivo ya no tiene sentido educativo alguno y puede tener como resultado que la educación secundaria de los muchos sea sacrificada a las presuntas necesidades de los pocos. («Presuntas», porque en realidad las necesidades particulares de los pocos podrían ser fácilmente atendidas mediante un período intercalado de estudio las nociones occidentales de matemáticas abstractas tienen sentido en esos sistemas educativos? La situación se complica todavía más si se tiene en cuenta que las sociedades de muchos países en vías de desarrollo están compuestas de culturas y costumbres muy diversas en las que las necesidades de los individuos y los grupos pueden diferir mucho de unos a otros.

Las barreras socioeconómicas que obstaculizan las mejoras en el mundo desarrollado son, desde luego, aún más pronunciadas en el Tercer Mundo. Las disponibilidades y los medios son todavía más limitados; a veces el mismo edificio tiene que ser utilizado por dos, e incluso tres, turnos de estudiantes al día (con las consiguientes restricciones de horas escolares). Los profesores no están debidamente preparados y están sobrecargados de trabajo; hay escasez de libros de texto y, cuando existen, han sido con frecuencia redactados para estudiantes de distinto entorno cultural y necesidades distintas. ¿Cómo pueden planificarse avances educativos que tengan en cuenta tales limitaciones?

Es asimismo en los países en vías de desarrollo donde los problemas de lenguaje y matemáticas son más evidentes. Importantes preguntas surgen en relación con cuál ha de ser la lengua en la que se instruye. ¿A qué edad, si es que hay que hacerlo, debería reemplazarse la instrucción en lengua materna por la instrucción en, pongamos por caso, inglés o francés? ¿Qué lecciones pueden aprenderse de países como Tanzania y Malasia que han seguido en años recientes políticas radicales, o de aquellos países como Hungría y la URSS que tienen una larga tradición en la consideración de las minorías lingüísticas?

Otros problemas han surgido, tanto en los países desarrollados como en los que lo están menos, en cuanto se ha prestado más atención a la educación de las chicas. Una forma de diferenciación que no se había planeado parece estar ocurriendo. ¿Qué puede hacerse para eliminar diferencias de género que no son nada deseables? ¿Contribuirá el impacto de la tecnología a exarcerbar esta situación (mediante la asunción de roles y la evidencia de que en las escuelas e institutos son los chicos quienes controlan los ordenadores)?

LOS OBJETIVOS DE LAS MATEMATICAS ESCOLARES EN EL CONTEXTO EDUCATIVO GENERAL

El curriculum escolar tal como lo conocemos es esencialmente una creación de la primera revolución industrial y refleja la compartimentalización del conocimiento que estimaba conveniente en los comienzos del siglo diecinueve. Así, el curriculum de matemáticas fue ideado de manera que los primeros años eran una preparación para el estudio a realizar en etapas posteriores: gran parte del álgebra, por ejemplo, sólo podía estar justificada como una preparación básica para el cálculo diferencial. Ello ha dado como resultado, en particular en los países poco desarrollados, un curriculum de matemáticas que sólo tiene sentido para unos pocos alumnos. (Una observación similar puede hacerse, por supuesto, acerca del curriculum escolar canónico como un todo. El curriculum completo debería ser revisado. Sin embargo, el propósito del presente estudio debe ser más limitado y debe basarse en el supuesto de que es improbable que el curriculum escolar de los años 90 difiera substancialmente del que tenemos ahora. Las tradicionales asignaturas «cajas», incluida una con la etiqueta «matemáticas» es casi seguro que permanecerán.)

¿Debería ser el curriculum de matemáticas más autónomo y estar dirigido en cada etapa más específicamente a las necesidades de aquellos para los que esa etapa sea la última de sus estudios?

Ahora bien, ¿sobre qué bases hay que estimar las «necesidades» de los estudiantes? Tradicionalmente, en los sistemas educativos bi y tri-partitos la educación ofrecida a los estudiantes ha estado sesgada de diferentes formas según los diferentes propósitos: *bien como preparación para una educación liberal y más elevada, bien como preparación para hacer frente a exigencias utilitarias estrechas y relativamente fijas*. Ahora la eduación unificada nos impulsa a llegar a una única posición «equilibrada» o «intermedia». ¿Ha sido demasiado distorsionada esta posición por el contexto histórico y por los antecedentes académicos de los profesores y de quienes toman las decisiones? ¿Existe el peligro de que los gobiernos y otras instancias ejerzan presiones compensatorias que den como resultado un sesgo demasiado utilitario de la educación matemática? ¿Qué puede hacerse acerca de los fines vocacionales cuando los objetivos ya no están tan bien definidos ni son permanentes, sino que están sujetos a una rápida fluctuación?

¿Cómo pueden las matemáticas contribuir a una educación general liberal? Durante muchas décadas las matemáticas han tenido un papel central para ese tipo de educación; ha sido la asignatura en la que se enseñaba a «razonar» y en la que se demostraba cómo la «Razón» nos conducía a la «verdad». Pocos son los que hoy harían a cuenta de las matemáticas proclamas similares a las que hacían los educadores del siglo diecinueve; pero entonces ¿no tienen las matemáticas nada que poder ofrecer a una educación general? La geometría era considerada como el medio más prominente para mostrar e inculcar los valores educativos del siglo diecinueve. ¿Qué áreas, qué temas desearíamos destacar hoy día y cómo querríamos enseñarlos para alcanzar objetivos educativos apropiados para el momento presente? Por ejemplo, ¿unas ideas estadísticas sencillas deberían formar parte de la educación de todo estudiante en la escuela secundaria, para ayudar a desarrollar una actitud crítica hacia la información numérica presentada por la prensa y los medios de comunicación?

Preguntas generales como las que hemos venido haciendo exigen una consideración más detallada y es a eso —y a otros problemas que surgen de ellas— a lo que dedicaremos los próximos párrafos.

LAS MATEMATICAS EN EL CURRICULUM ESCOLAR

Las matemáticas se establecieron en el curriculum escolar en Europa Occidental en el siglo XIX. Gradualmente, ellas y la lengua nacional se han convertido en los grandes componentes del núcleo de los curriculums primario y secundario.

¿Hasta qué punto deberían ser las matemáticas una asignatura obligatoria?

En algunos países, por ejemplo, la Unión Soviética, las matemáticas son una asignatura obligatoria a todo lo largo del período escolar, mientras que en otros, por ejemplo el Reino Unido, es prácticamente obligatoria hasta los dieciséis años, pero luego se hace optativa. En otros lugares, por ejemplo U.S.A., la posición está menos tajantemente establecida.

Las consecuencias de optar por la obligatoriedad de las matemáticas son considerables. En primer lugar, incrementa el número de profesores de matemáticas (un recurso muy valioso) que hacen falta. En segundo lugar, y volveremos sobre este punto, levanta preguntas acerca de *qué* matemáticas pueden enseñarse a todos y acerca de si es o no justificable aplicar a ello la etiqueta «matemáticas». Hay evidencia creciente de que determinadas partes del curriculum canónico de matemáticas son muy difíciles para los alumnos de todas partes. En tercer lugar, hace surgir considerables problemas de motivación (otro punto sobre el que también volveremos) entre aquellos que no tienen éxito con la asignatura o que no ven la razón para aprenderla.

¿Qué razones podemos dar para hacer las matemáticas obligatorias?

Durante siglos se han dado argumentos, basados en consideraciones tales como utilidad *per se*, la importancia de las matemáticas como una disciplina vis a vis con otras disciplinas, su contribución a otras disciplinas, la contribución que pueden hacer para desarrollar la creatividad y promover la diversión, su valor para desarrollar las capacidades de razonamiento...

Además, hacer optativas las matemáticas puede contribuir a limitar seriamente las futuras oportunidades de los alumnos.

¿A cuáles de estas razones habría que darles peso en los 90 y cómo deberían determinarse esos pesos? ¿Deberían diferir para distintos grupos de alumnos? ¿Cuáles son las implicaciones para el diseño de los curriculums de matemáticas?

Incluso si se reconoce que el curriculum escolar debería diseñarse de modo que el desarrollo de las destrezas matemáticas y el conocimiento y la participación en actividades matemáticas sean objetivos prioritarios para todos los alumnos, ¿se consiguen mejor esos objetivos (para todos los grupos de alumnos) mediante la enseñanza de las matemáticas como asignatura separada? ¿O sucede que ciertos tipos de actividad que deben ser asociados con el aprendizaje de las matemáticas (p.e. la realización de ejercicios, la revisión y refuerzo del conocimiento ya adquirido) y con el modo jerárquico particular de adquirir los conceptos matemáticos, obstaculizan la enseñanza efectiva de las matemáticas a través de un tratamiento multidisciplinar?.

Si las matemáticas son obligatorias para todos los estudiantes, entonces el asunto de la diferenciación de curricula se hace crucial.

¿Cuántos curricula de matemáticas distintos debemos proporcionar a cada uno de los grupos de estudiantes de un modo que sea aceptable para todos a los que concierne?

La mayoría de los profesores cree que la gama de capacidades matemáticas que hay en los alumnos de cualquier escuela es mejor atendida teniendo diferentes curricula para diferentes grupos de estudiantes. Tal diferenciación puede lograrse por la rapidez de avance a través de un material común, o por diferencias en contenidos o estilo de la materia y de los modos de estudiar). Sin embargo, tales diferencias pueden enfrentarse a objeciones tanto de los alumnos como de los padres, sobre la base de que los estudiantes de cursos más sencillos tienen unas perspectivas de futuro más limitadas. Esa diferenciación puede ser también inadmisible desde bases socio-políticas. ¿Es posible construir curricula matemáticos de una manera que reconcilie el variado potencial matemáticos de los estudiantes con las expectativas tanto de ellos mismos como de otros grupos sociales?.

¿Cuáles son los rasgos especiales de las matemáticas (y los problemas de su aprendizaje y su enseñanza) que justifiquen su posición aparte como una asignatura separada en el curriculum escolar?

¿Cuál es la significación cultural específica de las matemáticas dentro de cualquier contexto nacional particular?

Las matemáticas, hay que recordarlo, son el campo intelectual y científico en el que es más fácil que los jóvenes demuestren un talento precoz. Las olimpiadas internacionales son una muestra de ello, y muchos ejemplos pueden encontrarse en la historia de las matemáticas. Eso puede dar lugar a un orgullo nacional, como es el caso de Polonia y Hungria desde 1920. Por otra parte, la sensación de que una nación se está «rezagando» en sus logros matemáticos en general puede llevar a reacciones que son casi de pánico (por ejemplo, la serie de informes en U.S.A. que conducen a propuestas para asegurarse de que sus estudiantes «sean los más competentes del mundo para 1995»).

Ultimamente ha aumentado mucho la preocupación, particularmente con respecto a los países en vías de desarrollo, por las «etno-matemáticas», esto es, actividades matemáticas identificadas con la vida cotidiana de las sociedades. Así, por ejemplo, en todas las culturas hay una gran variedad de tipos de simetrías utilizadas para decoración, y numerosas edificaciones ilustran las leyes matemáticas. ¿En qué medida estas actividades son realmente «matemáticas»? ¿Qué es lo que hace que las actividades sean «matemáticas» en lugar de, digamos, «susceptibles de elaboración o legitimación matemáticas»? La respuesta a esta pregunta nos ayudará a desarrollar curricula escolares nuevos y más apropiados? (El problema no concierne sólo a los países en vías de desarrollo, porque socio— y etno-matemáticas pueden identificarse en todas las sociedades).

¿Cómo vamos a explotar las matemáticas que se encuentran en la sociedad y en el entorno del alumno?

Una característica de la mayoría de la enseñanza de las matemáticas en todos los países, característica ligada a la pregunta anterior, es la suposición por los profesores de que el alumno viene a la escuela sin ningún conocimiento matemático y que no adquiere ningún conocimiento matemático fuera de las clases de matemáticas. Esta suposición se hace cada vez más sospechosa (si bien las diferencias entre matemáticas «de la clase» y matemáticas «de fuera de la clase» puede que estén aumentando en muchas sociedades).

¿Qué puede hacerse para identificar y, sobre ello, construir y sacar partido de las experiencias y conocimientos matemáticos que el alumno adquiere fuera de las lecciones matemáticas formales en las clases?

El conocimiento matemático que el alumno adquiere fuera de la escuela, de algún modo se justifica por sí mismo: con frecuencia se obtiene mediante la práctica (a menudo en un sentido utilitario «amplio»; por ejemplo, el uso de razones y de representaciones bidimensionales de objetos tridimensionales cuando se hacen modelos a escala) y/o como parte de una búsqueda de ocio que tiene significado para el alumno.

¿Cómo justificará el profesor la enseñanza —y cómo racionalizará el alumno el aprendizaje— de las matemáticas escolares, que con tanta frecuencia aparecen como una entidad cerrada, que existe por sí misma y que no trata realmente de nada?

Hay una variedad de niveles de conocimiento matemático: se puede saber el teorema de Pitágoras (como enunciado); se puede saber utilizarlo para resolver tipos particulares de problemas; se puede saber justificarlo (y es posible saberlo hacer de una o de varias maneras; si uno lo sabe justificar de una sola manera eso basta para saber que es cierto —si uno lo sabe justificar de otras maneras eso aumenta claramente el conocimiento que tiene del teorema y que se ha ligado el resultado a otras piezas de conocimiento (e.g. las funciones trigonométricas circulares); se puede saber que hay un teorema debido a Pitágoras que dice algo acerca de triángulos y áreas y saber a dónde hay que acudir para buscar más detalles... Por encima de estos niveles de conocimiento hay una forma de metaconocimiento: saber cómo hacer uso de estos niveles más bajos, es decir, el conocimiento para la acción.

¿La revolución de la información, ese fenómeno contemporáneo, significa que hemos de revisar las ideas acerca de qué tipos y niveles de conocimiento son deseables/útiles? ¿Qué efecto tendrá eso en el curriculum de matemáticas?

Conocimiento «deseable» es asociado con demasiada frecuencia por estudiantes y profesores con el conocimiento que se necesita pra obtener títulos o certificados; por ello tiende a convertirse en sinónimo de conocimiento «examinable». Según esto, hemos de preguntarnos:

¿Cómo pueden desarrollarse procedimientos de evaluación y examen que amplíen el dominio del conocimiento «examinable» y encajen más estrechamente con las ideas de conocimiento deseables?

El «conocimiento» se transmite a los alumnos tanto a través de los medios de comunicación (en particular, la televisión) como a través de la lección escolar. Esto afecta a la concepción que los alumnos se forman acerca de qué es «conocimiento» y cómo se adquiere. En particular, el conocimiento vía medios de comunicación se reduce con frecuencia a información (que puede ser o no ser correcta) presentada de manera que saque el máximo provecho de los estímulos visuales y verbales. En términos conductistas, al espectador se le presentan numerosos estímulos, pero generalmente no se le pide que produzca ninguna respuesta; al contrario que el microordenador, la televisión jamás puede ser interactiva. Pero el conocimiento escolar, que por lo común no puede competir en lo atractivo de los estímulos, tiene exigencias considerablemente más altas en lo a que «respuestas» concierne. ¿En qué medida lleva esto a desentenderse del aprendizaje escolar y cómo pueden reducirse tales problemas? *¿Cómo pueden educadores y alumnos llegar a una mejor comprensión del «conocimiento»?*

En un mundo cada vez más tecnológicamente orientado, la gente se está habituando cada vez más a «dar por hecho» el funcionamiento de las cosas, quieren poder usar coches, televisiones, vídeos, ordenadores, software de ordenador, etc., y no esperan comprender por qué funcionan. Esto se aplica igualmente a los alumnos. Sin embargo, la enseñanza de las matemáticas ha estado muy inclinada hacia la validación de las matemáticas, en lugar de hacia su uso. Mucho tiempo se emplea en demostrar teoremas y en justificar procedimientos —a menudo más que en aplicarlos o en comprender su significado.

¿Es beneficiosa esta situación; y cómo podemos comunicar mejor a los alumnos —que se están habituando más y más a utilizar las «cajas negras»— las razones que subyacen al deseo que el matemático tiene de justificar y demostrar?

LOS CONTENIDOS DEL CURRICULUM DE MATEMATICAS

Los estudios llevados a cabo por la International Association for the Evaluation of Educational Achievement han revelado una considerable uniformidad en los contenidos que actualmente se enseñan a los alumnos de 13 años. Sin embargo estas uniformidad se rompe en el caso de la geometría y si uno investiga las razones de ello —que reflejan diferentes puntos de vista acerca de lo que es deseable/posible en las matemáticas escolares, de en qué medida las matemáticas escolares deberían reflejar y preparar para las matemáticas universitarias, etc.— entonces uno se da cuenta de que estas diferencias serán también detectables en el modo en que realmente se enseñan unos contenidos aparentemente comunes en aritmática y álgebra. Tales diferencias se perciben con más claridad a medida que los cursos avanzan y se evidencian en particular en las muy diferentes políticas relativas a la enseñanza del cálculo diferencia e integral en, pongamos por caso, Francia, Inglaterra y Estados Unidos.

En cierta medida, sin embargo, las diferencias en los curricula son menos iluminadoras cuando se consideran los últimos años de escolaridad. Porque con frecuencia (aunque de ningún modo siempre, por ejemplo en la URSS) entonces las matemáticas se enseñan sólo a una élite que es capaz de captar una variedad de tratamientos. Es cuando se desciende hacia los primeros años de la escuela secundaria (que comienza a los once años) cuando la enseñanza de las matemáticas tiene menos éxitos. Como ya señalamos anteriormente, los problemas que conlleva la enseñanza de las matemáticas a todos no han sido todavía resueltos. Debido a nuestra general falta de éxito es importante prestar una atención especial a los estudios internacionales comparados y preguntar: *¿Qué éxitos se han obtenido en los intentos de enseñar matemáticas a todos (y qué criterios se han utilizado para justificar el término «éxito»)? ¿Qué podemos aprender de estos éxitos cuando desarrollemos los curricula de la década de los noventa?*

(Debería ser obvia la importancia de la búsqueda de éxitos sobre los que basar la práctica. Los «fracasos» abundan y siempre pueden ser utilizados para justificar el cambio; sin embargo, los «fracasos» jamás pueden servir de cimientos sobre los que construir una buena práctica o una teoría satisfactoria de la enseñanza.)

También hay que prestar atención a aquellas áreas de contenidos que dan lugar a problemas específicos en *todos* los países. El fracaso en alcanzar objetivos superambiciosos o inapropiados no puede sino causar desánimo tanto en el alumno como en el profesor.

No obstante, concentrarse en el «éxito» y soslayar las áreas difíciles puede dar como resultado un curriculum que travestice las matemáticas.

¿Cuáles son los contenidos esenciales que deben estar incluidos en cualquier curriculum de matemáticas escolares?

¿Puede un curriculum con poca geometría y casi nada de álgebra justificar el título de «matemáticas»?

Tradicionalmente, las matemáticas escolares se dividían en aritmética, álgebra y geometría (y cálculo diferencial si era el caso). Recientemente se ha hablado de la «unidad» de las matemáticas y ahora las matemáticas se presentan en muchos países bajo un único rótulo sin «barreras artificiales». Sin embargo, lo que para uno es una «barrera artificial» para otro es un «marco pedagógico».

¿Es posible/deseable (para propósitos de enseñanza y aprendizaje) romper las matemáticas escolares en campos diversos que se distingan por sus particulares métodos y tratamientos?

¿Cuál sería la subdivisión adecuada, si es que ha de haber alguna, en la década de los 90? ¿Debería todavía ponerse el énfasis sobre aritmética, álgebra, geometría, con adiciones apropiadas (y, si es así, qué nuevas áreas deberían añadirse), o debería ponerse el énfasis en posibles dicotomías: finito-infinito, continuo-discreto, exacto-aproximado? ¿Cuáles son los rasgos matemáticos específicos que deseamos subrayar en cualquier área de contenidos?

¿Cómo podemos estructurar el curriculum de matemáticas de modo que el marco básico no sólo facilite el aprendizaje, sino que ilumine también nuestros objetivos matemáticos? (Si los planificadores del curriculum no proveen de esa estructura, será establecida en la práctica, por los examinadores y evaluadores.)

La demostración y el razonamiento deductivo son dos rasgos característicos de las matemáticas. ¿Qué lugar deben tener en las «matemáticas para todos»? ¿A qué edad pueden ser tratados significativamente con alguna profundidad? ¿Qué trabajo de base propedéutico puede ser realizado para ese fin? ¿La geometría «para todos» debe quedar reducida a «sentido común aplicado a problemas espaciales», haciendo pocos esfuerzos para ayudar al aprendiz a construir un cuerpo de conocimientos geométricos (hechos) que pueda servir como base para futuras deducciones (argumentos)?

La revolución de los ordenadores ha llevado a un nuevo énfasis en los procedimientos algorítmicos. ¿En qué medida es practicable/deseable enseñar matemáticas desde un punto de vista algorítmico?

¿Será la proclama de «las matemáticas desde un punto de vista algorítmico» o de «las matemáticas desde un punto de vista utilitario» tan peligrosa, y quizás tan poco provechosa, como resultó ser la proclama «las matemáticas desde un punto de vista estructural» en los años 60 y 70? ¿Ocurre más bien que las diversas exigencias de las matemáticas escolares y los problemas de su enseñanza excluyen esos marcos filosóficos «globales» para el diseño de un curriculum?

¿Qué debería ser omitido de los curricula existentes para dejar sitio a nuevas materias, e.g. los algoritmos y los métodos iterativos que llegan al curriculum como resultado de los ordenadores? ¿Cómo debe ajustarse la balanza matemáticas discretas-matemáticas continuas? ¿Cómo debería verse afectada la enseñanza del cálculo diferencial —si es que verdaderamente debe tener un lugar en el curriculum? Las «matemáticas modernas» de los años sesenta subrayaron las leyes Conmutativa-Asociativa-Distributiva: ahora bien, en la aritmética de los ordenadores estas leyes no se aplican necesariamente, ¿debería la aritmética de los ordenadores —esto es, el modo en que los procesos aritméticos *realmente* funcionan en un ordenador— tener un lugar en las matemáticas escolares? ¿O es ésta una aplicación de las matemáticas que debería incluirse en un curso de «informática»?

Los cursos de informática han atraído a los estudiantes, pero han conseguido pocos admiradores entre los educadores (o entre los científicos de la informática). Las fronteras entre «informática» y «matemáticas» han sido a menudo mal definidas. ¿Cómo deben estar relacionadas entre sí estas dos áreas en el curriculum escolar de la década de los noventa?

La importancia concedida a las aplicaciones de las matemáticas en las matemáticas escolares difiere mucho de país en país. Inglaterra ha subrayado siempre la aplicaciones, en particular la mecánica newtoniana. En otros países se considera la mecánica no como una parte de las matemáticas, sino como una rama de la física. En las décadas recientes la probabilidad y la estadística se han convertido en algunos países en importantes componentes del curriculum; en otros han recibido escasa atención. Sin embargo, el término «aplicación» tiene tantas interpretaciones como niveles tiene el término «conocimiento». Las aplicaciones pueden proporcionarse para motivar a los alumnos y para dar significado y meollo a las matemáticas puras; o se las puede considerar no meramente como un medio, sino como un fin —uno de los propósitos de las matemáticas es que los alumnos sean capaces de aplicarlas y por ello los alumnos deberían adquirir, siempre que sea factible, el arte de aplicar las matemáticas (no necesariamente dentro de un campo delimitado tal como la mecánica newtoniana)—. El contexto de esas aplicaciones puede abarcar desde el entorno local hasta situaciones completamente alejadas de la experiencia del alumno. En los últimos años ha habido un enorme incremento de la gama de aplicaciones de entre las que seleccionar, y de las disciplinas (geografía, biología, economía, ...) de las que pueden tomarse.

El papel de las aplicaciones en el curriculum de la década de los 90 será vital. *¿Exactamente para qué propósitos —educativos, matemáticos, motivadores— queremos que sirvan las aplicaciones y cuál es el mejor modo de seleccionarlas para alcanzar esos fines? ¿Pueden las artes de «aplicar las matemáticas» y de «creación de modelos» ser enseñadas, o ser aprendidas si no es por unos pocos solamente?*

Dicho de manera más simple: *¿Cómo se puede ayudar a los estudiantes a ver que las matemáticas pueden también contribuir a la solución de problemas que encontrarán fuera del colegio?*

¿Qué consecuencias tiene todo esto en las relaciones de las matemáticas con otras asignaturas?

LA ESCUELA Y EL AULA EN LA DECADA DE LOS 90. ¿COMO SERA EL AULA EN LOS AÑOS 90? ¿COMO NOS GUSTARIA QUE FUESE?

¿Esperamos que las clases sean como tradicionalmente lo han sido, con los alumnos colocados en filas frente al profesor; tenemos en perspectiva una clase en la que los alumnos estén colocados en filas interaccionando con su propio micro o terminal? ¿Qué tipos de organización de la clase es probable que sirva mejor a la educación matemática y qué podemos hacer para conseguir esa organización? ¿El papel del profesor en qué diferirá del que tiene hoy día?

Es probable que las escuelas e institutos estén en los próximos años bajo fuertes presiones. El impacto de la tecnología sobre la sociedad es probable que sea tan grande que muchas personas ajenas a la educación puedan ver en la tecnología la solución a la mayor parte de los problemas educativos. Enormes demandas serán hechas a su costa —demandas que serán reforzadas por ejemplos de lo que puede ser hecho por brillantes educadores que saquen todo el partido posible de las maravillosas prestaciones ofrecidas por los ordenadores actuales—. Hay sin embargo el peligro de que lo bueno sea anegado por lo indiferente y por lo decididamente malo. Gran parte del software educativo actualmente en venta poco entusiasmo puede producir en el educador. Es significativo que gran parte del software educativo es producido teniendo en mente el hogar, más que la clase. En el pasado, el software educativo —en forma de libros de texto— ha sido escrito teniendo como presunto comprador o inductor al profesor. En el momento presente el mercado más grande (y con más fondos) está en los hogares. Es probable que este mercado doméstico esté ligado a la consecución de objetivos cognoscitivos fácilmente describibles y de nivel bajo (usualmente ligados a exámenes y a conocimientos «básicos»).

En general, el resultado de este cambio de blanco en cuanto al posible comprador es casi seguro que afectará tanto al tipo de matemáticas que se presente como al espíritu con el que se presente. Pueden surgir en los estudiantes nuevas expectativas en lo concerniente a los contenidos y al estilo de presentación de estos: expectativas a las que las escuelas e institutos pueden oponerse o que pueden ser incapaces de realizar.

Los problemas se extienden, desde luego, mucho más allá de las matemáticas. El sistema escolar, como tan palpablemente se ha demostrado en décadas recientes, encuentra muy difícil desarrollar y adaptar los curricula a las cambiantes circunstancias sociales. El hogar individual y las escuelas independientes (siempre que éstas no sean obstaculizadas por barreras exteriores tales como los exámenes) pueden responder con mayor rapidez. Es probable, por consiguiente, que surjan grandes tensiones si las innovaciones educativas y las oportunidades al margen del sistema estatal se desarrollan mucho más rápidamente que las del interior del sistema. Y esto puede muy bien ocurrir, particularmente en lo que respecta a los hijos de padres con buenos recursos económicos. Lo cierto es que si el sistema escolar es incapaz de dar respuesta, entonces su influencia y su rol, especialmente en los últimos años de secundaria, pueden verse radicalmente cambiados. El hogar tecnológicamente equipado puede convertirse en la base para el aprendizaje, posiblemente con la ayuda de profesores que quieran ganar un salario suplementario; quedando la escuela como el lugar social, el lugar para estar en sociedad. *¿Cómo va a responder la escuela a las amenazas/oportunidades ofrecidas por la tecnología?*

En el pasado, la «individualización» sin una adecuada guía tutorial ha llevado habitualmente a la «trivialización». ¿Cuál es el mejor modo de usar las oportunidades de individualización que los microordenadores ofrecen? ¿Cómo puede evitarse la trivialización?

¿Cuáles van a ser los usos clave de los microordenadores en la clase? ¿Hemos de conseguir más microordenadores para los alumnos o modos más efectivos para realzar el potencial gráfico de los modelos existentes mediante, por ejemplo, pantallas de alta resolución de tamaño pizarra que permitan al profesor incorporar el uso del microordenador a sus intervenciones en clase?

¿Cómo podemos evitar el peligro de que la preocupación por la tecnología y los intentos por encajarla en los modelos educativos existentes inhiba la producción de material radicalmente nuevo y la seria consideración de ideas y alternativas educativas nuevas? ¿Cómo podemos defendernos de las presiones comerciales que desbordan los criterios educativos?

El problema en los países en vías de desarrollo será de una naturaleza distinta. En ellos no será posible la provisión de microordenadores en gran escala. El impacto de este hecho puede que mine la moral de estudiantes y profesores y desacompase la práctica de la clase con respecto a otros países, así que habrá de ser considerado cuidadosamente. No obstante, las calculadoras sí que pueden ser un instrumento de uso común: ¿Qué pueden aprender estos países de las experiencias realizadas en la década de los 80 en los países desarrollados? ¿Qué implicaciones tienen para el curriculum (contenidos, énfasis y orden) los libros de texto, los procedimientos de evaluación y la formación inicial y permanente de los profesores?

La generalización de fotocopiadoras y las facilidades de impresión en las escuelas ha afectado a la posición de lo que siempre ha sido el principal medio de extensión de nuevas ideas y métodos de enseñanza: el libro de texto.

La limitación de los presupuestos dedicados a educación ha restringido el poder de compra de las escuelas —y ello en un tiempo en el que los costes editoriales se han elevado en muchos países—. Como resultado, las empresas editoriales se han hecho extraordinariamente precavidas a la hora de producir textos innovadores y por ello comercialmente arriesgados. El dinero gastado en borradores para ser ensayados no puede recuperarse fácilmente. Como consecuencia, el libro de texto (incluidos globalmente los materiales publicados para la clase) ha cambiado sorprendentemente poco en las dos últimas décadas. Visualmente ha habido avances, pero a un nivel más profundo ha habido pocos cambios importantes. ¿Cuál es el futuro del libro de texto en la década de los 90? Con los nuevos desarrollos tecnológicos será técnicamente factible que las escuelas produjesen e imprimiesen sus propios libros de texto, haciendo uso de un banco de datos de material autorizado y de «árboles» programados de pre-requisitos. ¿Desempeñarán los libros de texto y otro material escrito un papel distinto en nuestra enseñanza? ¿Qué podemos hacer para aumentar la efectividad de los libros de texto? ¿Qué investigación es necesaria en esta esfera? ¿Hay actualmente un conflicto irreconciliable entre las publicaciones comerciales y las necesidades educativas.

INVESTIGACION

En los últimos años ha habido un considerable aumento de la cantidad de investigaciones realizadas sobre la educación matemática. Lo evidencia el número de tesis realizadas, los centros establecidos para ese fin y el número de reuniones nacionales e internacionales que se han celebrado.

¿En qué medida las investigaciones actualmente en curso ayudarán a resolver los problemas de las matemáticas escolares en la década de los 90?, ¿los actuales objetos de investigación son aquellos a los que más peso habría que dar?, ¿las conclusiones que se obtienen son de utilidad para los profesores?

En una enorme proporción, el estilo de una investigación en educación está determinado por el contexto en el que se emprende y por el modo de obtener los fondos para realizarla. Resulta así que predominan las investigaciones «académicas» emprendidas con el propósito de adquirir un título y, *en passant*, entrenarse en cómo podría hacerse una investigación. Las limitaciones de este tipo de investigaciones son evidentes. La poblaciones son invariablemente demasiado pequeñas y social y geográficamente sesgadas, lo cual hace que las conclusiones no sean fiables; en particular si se emplean métodos de investigación de «tipo biológico». Por otro lado, la investigación de «tipo antropológico», si es que ha de ser de algún valor, necesita de una enorme experiencia en el investigador, experiencia de la que los investigadores «de laboratorio» generalmente carecen. Los tamaños de las muestras pueden, desde luego, aumentar enormemente si el foco de la investigación no es el profesor, sino el alumno (¡y el acceso a la población es también mucho más fácil!). Los proyectos de investigación a gran escala requieren una cantidad considerable de dinero y, debido a la prioridades determinadas desde el exterior de la educación matemática, están cada vez más sujetos a que hay una evaluación de los alumnos y de otros aspectos para controlar si el dinero público se gasta adecuadamente. Tales previsiones dan como resultado que los dos principales focos de las investigaciones recientes hayan sido los métodos de evaluación y el aprendizaje de los alumnos. Los intentos que se han hecho para considerar la enseñanza y los recursos de enseñanza han sido con frecuencia llevados a cabo lejos del aula —e.g. los libros de texto han sido analizados y su «legitimidad» evaluada en el despacho del investigador—. Se han hechos trabajos sobre materiales nuevos —en particular los microordenadores— pero, en general, al contrario de lo que ocurrió en los años 60, se ha gastado poco dinero en ensayos y revisiones, en parte, claro, porque el tiempo que habría llevado ensayar software en gran escala habría sido suficiente para que cualquier versión revisada quedase pasada de moda con respcto al software más nuevo. Así que estas investigaciones han estado muy limitada y, en general, no se han preocupado demasiado ni de establecer conexiones con otras investigaciones ni de su evaluación.

Un problema perenne de la investigación en educación matemática es el de estar inextricablemente ligada a contextos sociales, educativos y matemáticos particulares. Cuando estos contextos cambian los resultados de la investigación han de ser cuestionados. Las dificultades para establecer fundamentos teóricos sobre los que construir curricula son, por consiguiente, obvias. No obstante, escasamente pueden justificarse los gastos en una investigación si la única persona interesada por las respuestas es el propio investigador (o uno de sus colegas).

¿Cuáles son las preguntas clave a las que los investigadores deberían dirigirse —teniendo presente que los problemas deberían ser razonablemente tratables y que las respuestas deberían afectar materialmente a la educación matemática en la década de los 90? ¿Quién debería formular preguntas? (Es posible además que las instituciones que proporcionan los fondos quieran también determinar las preguntas.)

¿Debería haber más investigación enfocada hacia el profesor —la concepción que tiene su papel en el aula y en la sociedad, el conocimiento que tiene del proceso educativo, los métodos y los recursos materiales que emplea?

¿Debería hacerse más hincapie en los estudiantes —no meramente investigando cómo aprenden, sino investigando cuáles son sus actitudes hacia las matemáticas y hacia la escuela en general (y cómo se forman esas actitudes), sus expectativas, percepciones y malentendidos, y cuáles son sus motivaciones?

¿A quién deberían dirigirse las conclusiones de esas investigaciones?

¿Es pedir la luna esperar que el investigador hable directamente a los profesores? ¿Debería el mensaje del investigador dirigirse a las personas que trabajan en el desarrollo curricular, autores de libros de texto, administradores, asesores, etc.? ¿Qué canales de comunicación pueden establecerse para los resultados de las investigaciones?

¿Qué cambios son deseables en el modo de llevar a cabo y de dotar de fondos a la investigación en educación matemática?

¿Es necesaria una mayor centralización de recursos y/o de planificación de proyectos? La centralización podría llevarse a cabo dentro de una comunidad nacional de educadores de matemáticas, que es lo que se hace en gran medida en los países del este de Europa —¿cuáles son las lecciones que hay que aprender? ¿Puede sacarse más provecho de la cooperación internacional (cf. los proyectos europeos conjuntos en, pongamos por caso, la física de altas energías)? ¿Pueden remodelarse los doctorados de manera que sirvan mejor a las necesidades de la disciplina?

Actualmente, la investigación es un signo de riqueza que es propio de los países ricos. Pero la necesidad que tienen de ella los países en vías de desarrollo no es menor. ¿Cómo ha de planificarse, financiarse y realizarse la investigación eductiva fundamental en esos países? En la educación matemática los resultados de las investigaciones no pueden transferirse fácilmente de los países desarrollados a los países en vías de desarrollo.

CAMBIOS

Las secciones precedentes han estado ampliamente dedicadas a «cambios»: a la necesidad de reaccionar a los cambios, a prever los cambios, a realizar cambios. Nos hemos ocupado lárgamente de la pregunta general «¿Qué cambios son necesarios en las matemáticas escolares?» Responder a tal pregunta se convierte, sin embargo, en un mero ejercicio intelectual salvo que nos preguntemos también —e intentemos dar respuesta—

¿Cómo van a ser efectuados los cambios?

No es nada nuevo buscar cambios en la educación matemática: la cosa tiene una larga historia —Lacroix, Pestalozzi, De Morgan están bien lejos de nosotros en el tiempo; sin embargo, tampoco ellos fueron los primeros, sino que estaban dentro de una tradición—. También hay cambios que se han producido con éxito. Enormes sistemas educativos han sido creados donde muy poco existía antes, como lo atestigua, por ejemplo, el crecimiento del sistema de la URSS desde la Revolución. Pero el cambio se ha hecho cada vez más difícil, porque *el* gran efecto del cambio ha sido la creación de voluminosos sistemas educativos que se han convertido en componentes substanciales del presupuesto de cualquier nación. El cambio educativo depende ahora de que miles de individuos adquieran nuevas competencias, acepten nuevos valores y objetivos, y a menudo acepten también alteraciones en la balanza del poder. No puede llevarse a cabo a poco precio.

Las dificultades para realizar cambios sin hacer falseamientos han sido puestas de manifiesto en numerosas ocasiones en el pasado reciente. No obstante, el educador debe esforzarse constantemente por mejorar la educación: además debe hacerlo sabiendo que los objetivos jamás serán alcanzados, porque siempre habrá nuevas metas que conseguir. Es esencial que persigan el cambio con una sana mezcla de realismo e idealismo. Deben establecerse objetivos que supongan un reto, pero que no conduzcan inevitablemente al fracaso y a la desmoralización. Hay que distinguir lo concebible de lo realizable.

Hay que seguir estudiando y explorando los procesos y las limitaciones del cambio educativo.

Los cambios significan un *input* y una perturbación del sistema.

¿Dónde y como se interviene de manera más efectiva en un sistema? ¿Cuáles son las consecuencias de los diferentes tipos de intervención?

¿Cuáles son las lecciones que pueden extraerse de pasadas intervenciones en los diferentes niveles: gubernativo, administrativo, escuela, profesor, ...?

El papel esencial del profesor en el cambio educativo es algo generalmente aceptado. La vasta mayoría de los profesores de la década de los 90 están ya ocupando sus puestos y tienen ideas firmes acerca de su papel en la escuela y expectativas claras en lo que se refiere tanto al curriculum como a sus alumnos. Los cambios significativos en las matemáticas escolares dependen de los cambios en las concepciones de los profesores y en el desarrollo de nuevas capacidades que son necesarias.

¿Cómo se pueden intentar cambiar actitudes, valores, capacidades, estilos de enseñanza, etc., y generar confianza en el uso de métodos y tecnología nuevos?

En algunos países, en particular los Estados Unidos, enormes cantidades de dinero van a ser gastadas con objeto de conseguir una excelente formación matemática. ¿Puede conseguirse con medios económicos (del mismo modo que si fuese un aterrizaje en la Luna) una excelente formación matemática de una sociedad y, si es así, cómo? ¿Para qué tipos de «excelencia» pueden promulgarse leyes? (Ciertamente hay precedentes históricos que sugieren que se puede comprar/legislar para conseguir una competencia de acuerdo con una gama, un tanto limitada de criterios.)

Para colaborar en la realización de cambios se han empleado agentes diversos: proyectos curriculares, equipos de asesores, redes de profesores, escuelas ejemplares (centros de especial calidad para estimular a otros), ... Cada uno de ellos tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Por ejemplo, la escuela ejemplar, a la vez que ofrece ejemplos de excelente práctica, con frecuencia lo hace en circunstancias especialmente favorables que la escuela ordinaria no puede reunir. Con lo cual se proporciona una excusa para la inactividad en la escuela que no desea cambiar. ¿Qué puede decirse acerca de la eficacia de esos agentes en esferas específicas?

¿Cómo podemos tener una mejor comprensión de la dinámica del cambio, cómo se puede persuadir a la gente de la necesidad de ese cambio y cómo podemos ayudar a quienes deseen cambiar?

¿Cómo se puede elevar el nivel general de conocimientos (posiblemente legislando) sin impedir la libertad del profesor individual destacado?

EL CAMINO A SEGUIR

El presente trabajo hace preguntas fundamentales acerca de las matemáticas escolares en la próxima década, y acerca de qué es lo que los educadores matemáticos de cada país deberían estar haciendo ahora para prepararse para ello. Estas preguntas no forman parte de un simple juego académico. Si se discuten cuidadosamente y están apoyadas por investigaciones prácticas adecuadas, pueden encontrarse para muchas de ellas respuestas importantes para cada país y para sistemas educativos específicos.

En reuniones nacionales e internacionales se intentará considerar la posible gama de respuestas a estas y otras preguntas y examinar las probables consecuencias que tendrán las respuestas.

Las matemáticas en primaria y secundaria en la década de los 90. *Geoffrey Howson, Bienvenido Nebres y Brian Wilson.*
CL&E, 1991, *11*-12, pp. 95-112

Datos sobre los autores: Los autores trabajan en el Centre for Mathematics Education, The University. Southampton S09 5NH Inglaterra.

Dirección: Centre dor Mathematics Education, The University. Southampton S09 5NH Inglaterra.

Artículo original: Este artículo es un documento de discusión elaborado por los autores como preparación del Seminario Internacional Schools Mathematics in the 1990's. Reproducido con autorización. Tradución de Jordi Deulofeu.