

Capítulo I

Consideraciones sobre el Currículo de Matemáticas para Educación Secundaria

Luis Rico

Departamento Didáctica de la Matemática.
Universidad de Granada

1 Conocimiento profesional en Educación Matemática

La idea de que para trabajar en la enseñanza de las matemáticas son necesarios conocimientos y destrezas específicos, que sean complemento del saber convencional del profesor de matemáticas sobre estructuras formales y algoritmos, se ha desarrollado con fuerza en fechas recientes. Las propias características de la profesión docente junto con las limitaciones y dificultades que los profesores encuentran para su trabajo profesional en el sistema educativo muestran a la comunidad de educadores matemáticos la necesidad de trabajar con esquemas fundados mediante los cuales organizar el conocimiento pedagógico de los contenidos, así como contrastar pautas de actuación con las que poner en práctica tales esquemas.

El desempeño de los profesionales de la enseñanza de las matemáticas necesita una organización conceptual que integre y coordine el dominio sobre esta disciplina con el conocimiento sobre desarrollo de capacidades cognitivas de los estudiantes y con el campo de fenómenos y problemas a cuya interpretación y solución se orientan las matemáticas escolares; una teorización de estas características también ha de considerar los medios y recursos para el aprendizaje de las matemáticas junto con las necesidades propias del sistema educativo. La puesta en práctica del currículo escolar de matemáticas mediante el diseño, elaboración y gestión de propuestas didácticas y otros materiales curriculares necesita bases teóricas sobre las que estructurar el conocimiento profesional del educador matemático.

Este libro ha sido pensado y está escrito con la intención de contribuir a la conceptualización teórica y a la organización práctica del trabajo de los Profesores de Matemáticas de Secundaria. En su comienzo queremos plantear explícitamente algunas reflexiones que orientan nuestro estudio.

Abreviadamente, tales ideas son:

* Existe un campo profesional, denominado *Educación Matemática*, en el que trabajan los profesores del Sistema Educativo y los investigadores implicados en la enseñanza de las matemáticas y comprometidos en la solución de los problemas que esta actividad plantea. El campo profesional del Educador Matemático tiene entidad propia; es ejercido por decenas de miles de

profesionales en nuestro país y afecta a millones de escolares (Rico y Sierra, 1991).

Los profesores de matemáticas de secundaria del sistema educativo constituyen parte importante y diferenciada del colectivo de los educadores matemáticos.

* Al ejercicio de la profesión de profesor de matemáticas de secundaria se llega con una formación inicial descompensada. Hay una fuerte valoración y, por tanto, una preparación considerable sobre algunos componentes científicos y técnicos que se hace coincidir con una ignorancia cultivada sobre los diversos componentes didácticos y técnicos necesarios para el ejercicio de la profesión.

La mala organización de la formación de los profesores de matemáticas tiene carácter estructural, repercute en la calidad de la enseñanza que reciben los escolares, afecta al nivel cultural, científico y técnico de los ciudadanos.

* Con carácter general, los planes de formación inicial y permanente del profesorado tienen una estructura administrativa inadecuada, están mal diseñados, carecen de calidad en su realización, y su ejecución conlleva una mala gestión de recursos públicos. En particular, las sucesivas reformas institucionales en los planes de formación del profesorado en España no terminan de encajar en la Universidad, no encuentran el apoyo científico, académico, estructural y económico adecuado, no contemplan la necesaria especialización profesional.

Entre las deficiencias más llamativas señalamos la desconsideración hacia las necesidades de formación propias de los profesores de matemáticas y el desconocimiento y olvido de los especialistas en didáctica de la matemática. Las carencias existentes en los planes de formación al uso hacen que los profesores de matemáticas, así como los de otras disciplinas, tengan sus capacidades profesionales limitadas por falta de formación adecuada.

* Aunque el perfil del profesor de matemáticas en ejercicio no es uniforme, se encuentran rasgos compartidos por los distintos profesionales que indican necesidades formativas comunes a todos ellos. Los profesores de matemáticas tienen interés genérico por actividades para el aula, ejercicios y problemas, unidades didácticas elaboradas, pruebas de evaluación y, en general, por los nuevos materiales de orientación práctica. Manifiestan curiosidad por la historia y la filosofía de la matemática cuando se presentan en términos divulgativos; este interés decrece cuando los temas se presentan con cierto nivel de profundidad.

* Los profesores de matemáticas presentan acusadas carencias formativas en psicología, pedagogía, sociología de la educación, epistemología, historia y didáctica de la matemática, lo cual implica una desconexión entre su trabajo profesional y las bases y desarrollos teóricos correspondientes.

Esta desconexión produce una falta de criterios claros sobre cuáles deben ser los conocimientos necesarios y el marco teórico adecuado para ejercer satisfactoriamente la profesión de profesor de matemáticas; tampoco se dispone de criterios para valorar la excelencia profesional.

* Los profesores de matemáticas son razonablemente críticos ante los planteamientos innovadores. Aceptan con muchas reservas los cambios y modificaciones en profundidad sobre el diseño y desarrollo del currículo de matemáticas.

En el momento actual los profesores de secundaria españoles sienten animadversión y cierto nivel de rechazo al planteamiento curricular derivado de la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo de 1990. Esto es debido, entre otras razones, a que carecen de criterios fundados para distinguir entre diversos proyectos curriculares y evaluar cada uno de ellos; hay una fuerte tendencia a confundir las necesidades de cambio con propuestas concretas de la administración educativa.

* Por encima de todo el profesor de matemáticas de secundaria es un profesional honesto, que quiere realizar su trabajo lo mejor posible; a veces se encuentra desorientado por la falta de un marco conceptual preciso con propuestas claras, y por la pérdida creciente de legitimidad del plan inicial de formación con el que inició su trabajo.

Desde el problema genérico que expresan los enunciados anteriores queremos avanzar una reflexión: no estamos satisfechos con las propuestas de formación para profesores de matemáticas elaboradas hasta el momento por la Administración Educativa y por la Universidad Española. Estamos, lamentablemente, insatisfechos con los resultados conseguidos hasta el momento. Sin embargo, esta denuncia es sólo un primer paso para delimitar los datos de un problema. Como especialistas en Didáctica de la Matemática, conocidos los datos del problema tenemos que pasar a diseñar estrategias para su solución. Es nuestra responsabilidad que los problemas detectados se resuelvan y no se enquisten.

Este trabajo elabora reflexiones y avanza respuestas para profundizar en el conocimiento profesional en Educación Matemática. Este primer capítulo está dedicado a delimitar la cuestión con la que nos queremos enfrentar y a indicar una dirección que han tomar las estrategias para su solución. Los capítulos siguientes hacen un desarrollo de las estrategias elegidas y proponen modos de abordar y resolver el problema planteado.

1.1. Situación actual de la formación del profesorado.

La formación inicial y permanente del profesorado se ubica en la Universidad pero, de hecho, la formación del profesor de Secundaria se mantiene sobre una serie de excepcionalidades que dan forma a un sistema superpuesto a la organización universitaria.

La formación inicial se hace en un curso postgrado, renunciando a ubicarla en especialidades didácticas dentro de las licenciaturas correspondientes. Las enseñanzas de formación inicial se consideran, en la mayor parte de las universidades, como terreno de nadie, y se gestionan al margen de los Departamentos Universitarios y Áreas de Conocimiento.

Estos estudios se organizan mediante estructuras administrativas alternativas a Facultades y Escuelas; se asigna la docencia a un grupo de profesores especialmente seleccionados, pero no se asigna a los Departamentos Universitarios; se elaboran programas discrecionales no sometidos al control y debate de los especialistas en las correspondientes Areas de Conocimiento; se retribuye la docencia de estos cursos como gratificación complementaria y no se consideran parte de la carga docente de los Departamentos. Por lo general, son profesores poco cualificados los que imparten la docencia en estos cursos.

Los cursos actuales de Formación Inicial de Secundaria se sostienen sobre este sistema de excepcionalidades. Así se pone de manifiesto la falta de compromiso real de la Universidad Española con la formación inicial del Profesorado de Secundaria.

La Universidad está organizada sobre la base de Areas de Conocimiento y Departamentos, que establecen un sistema para la docencia y la investigación, en todos los campos de actuación. Las alternativas y excepcionalidades significan una falta de participación real de los órganos naturales de trabajo universitario y una discrecionalidad en las actuaciones, que encubre un desinterés manifiesto de la Universidad Española por la Formación del Profesorado.

La carencia actual por parte de las Universidades de planificación propia, seria y fundada para la formación inicial y permanente del profesorado de secundaria se explica por la ignorancia de estas instituciones sobre el desarrollo actual de las disciplinas educativas y didácticas, al no tener en cuenta los recursos propios y los especialistas en las diferentes Areas de Conocimiento; en nuestro caso, de manera muy especial, a los profesores e investigadores en Didáctica de la Matemática.

1.2. Necesidades formativas del profesor de matemáticas

El profesor es un profesional que se ha iniciado en la práctica de la enseñanza mediante ensayo y error, que ha logrado su competencia y capacitación con escasa ayuda institucional. Es tarea del profesor ayudar a sus alumnos a introducirse en una comunidad de conocimientos y capacidades que otros ya poseen. Su trabajo es una actividad social que lleva a cabo mediante el desarrollo y puesta en práctica del currículo de matemáticas.

El desempeño adecuado de esta actividad profesional, que consiste en la educación de niños y jóvenes mediante las matemáticas, exige el desarrollo y puesta en práctica de un complejo plan de formación. El profesor ha de tener formación y conocimientos adecuados para controlar y gestionar la complejidad de relaciones que se presentan en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El profesor de secundaria trabaja sobre las relaciones entre teoría y práctica en los planes para la formación de jóvenes en matemáticas. Las herramientas con las que tiene que trabajar no se limitan a esta disciplina; ya que incluyen una variedad de campos. El profesor de matemáticas de secundaria necesita conocimientos sólidos sobre los fundamentos teóricos del currículo y sobre los

principios para el diseño, desarrollo y evaluación de unidades didácticas de matemáticas. Sin una formación teórica adecuada en este campo, los profesores ven limitadas sus funciones a las de meros ejecutores de un campo de decisiones cuya coherencia y lógica no dominan y no entienden.

A los profesores no les basta con dominar los contenidos técnicos de su materia. El campo de actuación en el que el profesor de matemáticas tiene que desempeñar su tarea como educador necesita del conocimiento didáctico del contenido, que tiene otras bases disciplinares.

Para un desempeño profesional correcto es necesario proporcionar a los profesores herramientas conceptuales bien construidas y funcionalmente potentes, con las que mejorar la propia formación y disponer de un marco de referencia adecuado. Estas herramientas han de permitir un mayor grado de autonomía intelectual y facilitar la gestión coordinada de la complejidad de problemas derivados de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas dentro del sistema educativo. Este objetivo debe contemplarse tanto para profesores en formación como para profesores en ejercicio.

El educador matemático que concebimos es un profesional intelectualmente autónomo y crítico, responsable de sus actuaciones, con capacidad para racionalizar sus acuerdos y sus desacuerdos con sus colegas de profesión en el ejercicio de sus tareas.

El educador matemático debe contar con unas bases teóricas e instrumentos conceptuales que le permitan planificar y coordinar su trabajo, tomar decisiones fundadas y encauzar sus actuaciones en el logro de las finalidades establecidas por un plan de formación socialmente determinado.

2 Campo de trabajo: matemáticas escolares

El aula de matemáticas es el campo de trabajo del profesor y su argumento son las matemáticas escolares. La reflexión y valoración sobre las matemáticas escolares han experimentado en los últimos años cambios profundos y consistentes derivados de los nuevos avances en el campo de la educación, de los estudios sobre sociología del conocimiento, del desarrollo de la Educación Matemática y de la profesionalización creciente de los educadores matemáticos.

Este marco concibe la educación como *"ese proceso mediante el cual un individuo en formación es iniciado en la herencia cultural que le corresponde"* (Mead, 1985), el modo en que cada generación transmite a las siguientes sus pautas culturales básicas; la educación hace referencia a un sistema de valores, considera la práctica social en la que se incardina, se basa en unos fundamentos éticos y reflexiona sobre las implicaciones políticas conexas. La enseñanza de las matemáticas forma parte de ese sistema de valores, tiene fundamento ético y se incardina en una práctica social. Las matemáticas forman parte de la educación obligatoria porque satisfacen plenamente las condiciones anteriores.

La sociología del conocimiento establece que, como en el resto de las disciplinas científicas, las representaciones matemáticas son construcciones sociales. La conjetura de la construcción social ubica el conocimiento, la cognición y las representaciones en los campos sociales de su producción,

distribución y utilización. El conocimiento científico es constitutivamente social debido a que la ciencia está socialmente orientada y los objetivos de la ciencia están sostenidos socialmente (Restivo, 1992). El conocimiento matemático, como toda forma de conocimiento, representa las experiencias materiales de personas que interactúan en entornos particulares, culturas y períodos históricos.

Teniendo en cuenta esta dimensión social, el sistema educativo -y, en particular, el sistema escolar- establece multitud de interacciones con la comunidad matemática, ya que se ocupa de que las nuevas generaciones sean iniciadas en los recursos matemáticos utilizados socialmente y en la red de significados o visión del mundo en que se encuentran enclavados; esto es, organiza un modo de práctica matemática.

En las modernas sociedades el sistema escolar es una institución compleja, que implica a multitud de personas y organismos y trata de satisfacer, simultáneamente, una diversidad de fines no siempre bien delimitados y coordinados. Dentro del sistema escolar tiene lugar gran parte de la formación matemática de las generaciones jóvenes; esta institución debe promover las condiciones para que los más jóvenes lleven a cabo su construcción de los conceptos matemáticos mediante la elaboración de significados simbólicos compartidos.

"Las matemáticas deben mucho a su prestigio académico y social al doble carácter que se les atribuye de ser una ciencia exacta y deductiva. La cualidad de la exactitud, sin embargo, representa sólo una cara de la moneda, la más tradicional en las matemáticas, que en la actualidad comprenden también ámbitos tales como la teoría de la probabilidad, la de la estimación, o la de los conjuntos borrosos en los que la exactitud juega un papel diferente. De modo semejante, la tradicional idea de las matemáticas como ciencia puramente deductiva, idea ciertamente válida para el conocimiento matemático en cuanto producto desarrollado y ya elaborado, ha de corregirse con la consideración del proceso inductivo y de construcción a través del cual ha llegado a desarrollarse ese conocimiento" (Real Decreto 1345/1991).

La dimensión educativa lleva a considerar el conocimiento matemático como una actividad social, propia de los intereses y la afectividad del niño y del joven, cuyo valor principal está en que organiza y da sentido a una serie de prácticas útiles, a cuyo dominio hay que dedicar esfuerzo individual y colectivo. El educador se ocupa de iniciar a los niños y adolescentes en la cultura de la comunidad a la que pertenecen y de transmitirles sus valores sociales; de esta cultura también forma parte el conocimiento matemático, que debe comunicarse en toda su plenitud a cada generación. La tarea del educador matemático lleva una gran responsabilidad, puesto que las matemáticas son una herramienta intelectual potente, cuyo dominio proporciona ventajas intelectuales. Como toda tarea social debe ofrecer respuestas a una multiplicidad de opciones e intereses que, permanentemente, surgen y se entrecruzan en el mundo actual.

"Conviene tener en cuenta por eso que en el desarrollo del aprendizaje matemático en el niño y el adolescente desempeña un papel de primer orden la experiencia y la inducción. A través de operaciones concretas como contar, comparar, clasificar, relacionar, el sujeto va adquiriendo representaciones lógicas, y matemáticas, que más tarde valdrán por si mismas de manera abstracta, y serán susceptibles de formalización en un sistema plenamente deductivo, independiente ya de la experiencia directa." (Real Decreto 1345/1991).

También, y de modo no secundario, al reflexionar sobre las matemáticas escolares debe tenerse en cuenta el continuo y permanente trabajo de miles de profesores, cientos de equipos de trabajo y seminarios permanentes, decenas de reuniones, congresos, jornadas y simposios, que se expresan y manifiestan en las revistas y publicaciones periódicas, en las actas de los congresos y en los libros especializados en Educación Matemática. Todos estos espacios de comunicación y fuentes documentales constituyen el entramado actual que informa sobre una situación rica y fecunda y que profundiza en la innovación sobre nuestros hábitos de razonamiento y la forma de adquirirlos y enseñarlos.

En los últimos años la comunidad docente ha ido decantando una nueva visión de las matemáticas escolares basada en:

- * La aceptación de que el conocimiento matemático es resultado de una evolución histórica, de un proceso cultural cuyo estado actual no es, en muchos casos, la culminación definitiva del conocimiento y del que los aspectos formales constituyen sólo una faceta.

- * La necesaria consideración pragmática e instrumental del conocimiento matemático, interpretando los conceptos y estructuras matemáticas como herramientas mediante las que se realizan determinadas funciones cognitivas y se ponen en práctica determinadas competencias.

- * El reconocimiento de que un núcleo importante de conceptos y procedimientos de las matemáticas forman parte del bagaje de los conocimientos básicos que debe dominar el ciudadano medio; por ello las matemáticas no pueden ser un filtro sino un elemento de promoción y homologación de los alumnos.

- * La consideración de los procesos constructivos y de la interacción social en el aprendizaje del conocimiento matemático, en la creación de los sistemas de símbolos y estructuras matemáticas significativas.

- * La necesidad de incorporar, buscar e implementar nuevas tecnologías que pongan a jóvenes y niños en contacto con los aspectos más avanzados de la sociedad y les preparen para desenvolverse en un mundo cambiante.

- * La conveniencia de una visión activa de la enseñanza, en la que la manipulación de objetos y la elaboración de modelos constituyan etapa obligada en la adquisición y dominio de los conceptos; al mismo tiempo, una enseñanza menos dirigista y más centrada en la creatividad, el aprendizaje interactivo, la resolución de problemas y la valoración crítica de las decisiones.

3 Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

Las matemáticas escolares suscitan la concurrencia de dos disciplinas de indagación científica bien diferentes. Por un lado, tenemos la Enseñanza de las

Matemáticas, cómo deben enseñarse y, por otro, el Aprendizaje de las Matemáticas, cómo se aprenden. Las teorías del aprendizaje describen cómo el niño aprende, es decir, cómo se apropia y construye el conocimiento y, en función de ello, modifica su conducta y avanza en su comprensión. Las teorías instructivas tratan de emitir conclusiones sobre cómo la enseñanza debería llevarse a cabo.

Unas teorías son descriptivas y las otras son prescriptivas, y la conexión entre ambas debiera estar más consolidada. Pese a ello, parece aceptado que la instrucción necesita ser consistente con lo que ya sabemos sobre cómo el niño aprende o piensa.

Los docentes podemos extraer una serie de consideraciones de la interconexión entre teorías del aprendizaje, basadas en los avances recientes de la psicología cognitiva, y los conocimientos sobre la enseñanza. Entre estas consideraciones destacamos:

* Las matemáticas escolares no se deben asumir como una disciplina estáticamente acotada, centrada sólo en el dominio de hechos y destrezas mediante una reiteración de tareas. Esta visión supone un empobrecimiento de lo que es el conocimiento matemático, olvidando la riqueza de relaciones que están en la base de cualquier concepto y de las conexiones entre los mismos. Por otra parte, al limitar los procedimientos a la ejecución mecánica de tareas se prescinde de la invención, el ensayo, la creatividad, las conjeturas y refutaciones, la significación dentro de un contexto, y tantos otros aspectos que una visión amplia de los procedimientos matemáticos permite contemplar.

* Adoptar una concepción más completa de las potencialidades del alumno y no verlo como *recipiente vacío* que asimila pasivamente contenidos aislados de las acciones concretas y de su utilidad, en lugar de experimentarlos por sí mismo para dotarlos de significado. Aceptar que el alumno va construyendo su propio conocimiento al integrar nueva información en redes conceptuales ya existentes.

* El aprendizaje de las matemáticas escolares es siempre un proceso activo, resultado de una variedad de interacciones del alumno con su maestro, compañeros, familia y sociedad. Conviene desterrar el determinismo individualista que considera que el niño aprende aisladamente y por sí sólo. Por ello conviene fomentar la participación, la discusión y la libre expresión de las propias ideas; insistir en la capacidad de justificar los propios argumentos y proporcionar razones que los hagan creíbles; estimular la capacidad para extraer implicaciones de una situación hipotética. Todo ello conlleva una flexibilización en los agrupamientos, el estímulo del trabajo en equipo, el intercambio de ideas y la selección y elaboración de información de modo compartido.

* El aprendizaje de las matemáticas escolares se produce sobre la base de conocimientos previos, algunos de tipo intuitivo e informal. La acción sobre objetos reales, las manipulaciones a las que se pueden someter esos objetos, las representaciones ingenuas que podemos hacer de los mismos, y, en general,

cualquier actuación que ponga de manifiesto relaciones que pueden considerarse entre objetos diversos, son un paso previo imprescindible en la comprensión y asimilación de los conceptos matemáticos. La fase experimental proporciona una rica base de representaciones, en las que las relaciones que constituyen un concepto quedan asimiladas por el alumno, integrándose en la red conceptual previamente existente.

* Conviene también tener en cuenta que el conocimiento matemático no se genera de modo rápido, acabado y completo. Todo proceso de aprendizaje es lento, necesita claves de procesamiento continuo y nunca está totalmente concluido. Nosotros adultos nos vemos a veces sorprendidos por el descubrimiento de nuevas e insólitas relaciones, que proporcionan visiones fecundas a nuestro conocimiento matemático ya consolidado. La red de relaciones entre los hechos, conceptos y estructuras matemáticas es prácticamente inagotable, y su capacidad para plantear nuevos algoritmos y generar procedimientos imprevistos es igualmente ilimitada. Por ello, no podemos dar por finalizado el dominio de ningún concepto en un breve periodo de tiempo.

Es distintivo de las matemáticas que todo nuevo conocimiento se ponga, de un modo u otro, en conexión con conocimientos previamente establecidos. De esta forma se consolida el sistema en su globalidad y se mejora la capacidad de razonamiento del alumno.

En este marco general de reflexión debemos tener en cuenta que para insertar el aprendizaje de las matemáticas en la realidad escolar es necesario trabajar en todos los contextos en los que esta materia toma sentido. La escuela no es sólo taller, granja, fábrica, laboratorio o asamblea. Es todo eso y algo más; es el entorno ecológico donde se lleva a cabo parte principal del proceso de culturización de las generaciones en formación.

4. Las matemáticas como elemento de cultura.

Conviene reflexionar, brevemente, sobre la dimensión cultural de las matemáticas dentro del sistema escolar.

Las matemáticas son un ingrediente básico de la cultura pues existen en un medio social y humano determinado, constituyendo un modo importante de relación y comunicación entre personas, que da forma y permite expresar múltiples actividades del hombre. Las matemáticas son un elemento de la cultura, una herramienta que la interpreta y elabora, puesto que atienden a planes, fórmulas, estrategias y procedimientos que gobiernan la conducta; permiten ordenar el comportamiento del hombre, marcan pautas de racionalidad, y ayudan a que surja y se desarrolle el pensamiento científico. El pensar matemático, que es social y público, consiste en dar significado y compartir un simbolismo lógico, espacial y cuantitativo que permite expresar y desarrollar las capacidades humanas de relación, representación y cuantificación.

Este proceso de enculturación lo denominamos Educación Matemática, proceso que, cuando se lleva a efecto en el sistema escolar obligatorio, debe

abarcando dos niveles: *alfabetización matemática básica*, constituido por los conocimientos elementales y competencias básicas sobre números, formas y relaciones, y *perfeccionamiento matemático*, conocimientos necesarios para desenvolverse con holgura en la sociedad y desempeñar un puesto profesional de cualificación media. Queda un tercer nivel, el de *especialización*, ajeno a la escolaridad obligatoria, que se manifiesta en la utilización de conocimientos matemáticos de alto nivel de complejidad, y que se presenta en sectores sociales y profesionales con mayor nivel de responsabilidad científica, económica o cultural.

El proceso de enculturación que llamamos Educación Matemática se lleva a efecto principalmente mediante la enseñanza y el aprendizaje de determinados conocimientos matemáticos básicos a los que hemos denominado, globalmente, matemáticas escolares.

Constituye un rasgo distintivo de las sociedades con mayor avance científico y técnico contemplar la Educación Matemática como uno de los elementos esenciales en la preparación de las generaciones en formación. Uno de los retos clave en el momento actual consiste en la democratización de la cultura, siendo por ello necesaria la incorporación de la totalidad de la población al conocimiento, los valores y las pautas de actuación marcados por la Educación Matemática, de manera que nuestra disciplina deje de ser un criterio fuerte de discriminación y pase a constituir un factor más de la necesaria igualdad básica entre los ciudadanos que preconiza una sociedad democrática.

5. Fines y metas de la Educación Matemática

Las razones con las que usualmente se justifica la presencia de las matemáticas en la educación obligatoria responden a tres tipos de argumentos.

En primer lugar, se considera que las matemáticas tienen un alto valor formativo porque desarrollan las capacidades de razonamiento lógico, simbolización, abstracción, rigor y precisión que caracterizan al pensamiento formal. En este sentido las matemáticas son valiosas ya que permiten lograr mentes bien formadas, con una adecuada capacidad de razonamiento y organización.

En segundo lugar, aprender matemáticas tiene interés por su utilidad práctica. Las matemáticas aparecen en todas las formas de expresión humana, permiten codificar información y obtener una representación del medio social y natural, suficientemente potente como para permitir una actuación posterior sobre dicho medio. Al describir un fenómeno en términos de un modelo matemático se pueden inferir conclusiones lógicas sobre el modelo, que predicen el comportamiento futuro del fenómeno y, de ahí, conjeturar los cambios que se pueden producir o las regularidades que se van a mantener.

En tercer lugar, las matemáticas proporcionan, junto con el lenguaje, uno de los hilos conductores de la formación intelectual de los alumnos. Las matemáticas necesitan de un desarrollo continuo y progresivo que, a su vez, permite apreciar el desarrollo alcanzado por el alumno. La madurez alcanzada por cada niño a lo largo de su formación escolar tiene dos indicadores

principales: su capacidad de expresión verbal -que se pone de manifiesto en su dominio del lenguaje- y su capacidad de razonamiento -puesta de manifiesto por las matemáticas, de modo destacado. Por otra parte, debido a su carácter de herramienta, las matemáticas suponen un instrumento común de trabajo para el resto de las disciplinas.

"A lo largo de la educación obligatoria las matemáticas han de desempeñar, indisoluble y equilibradamente, un papel formativo básico de capacidades intelectuales, un papel aplicado, funcional, y un papel instrumental, en cuanto armazón formalizador de conocimientos en otras materias." (Real Decreto 1345/1991)

Desde una perspectiva más general la enseñanza de las matemáticas debe satisfacer las necesidades formativas y de desarrollo de las capacidades cognitivas y afectivas de los escolares; también debe considerar las finalidades sociales, que comprenden el dominio de destrezas matemáticas básicas por todos los ciudadanos y la formación de profesionales cualificados, productores de conocimientos matemáticos. Las finalidades culturales, que ya se han mencionado, forman parte de la orientación que debe tener la enseñanza de las matemáticas, destacando el carácter histórico, incompleto y culturalmente mediado del conocimiento matemático, así como sus conexiones con otras ramas del conocimiento. Finalmente, la enseñanza de las matemáticas debe estar orientada por principios éticos, dirigida a la consecución de valores democráticos y vinculada al ejercicio fundado de la crítica.

6. Noción de currículo

En su acepción educativa, el concepto de currículo se ha convertido en un término genérico con el que se denomina toda actividad que planifique una formación. Recientemente hemos dedicado una extensa reflexión al Currículo de Matemáticas para Educación Secundaria (Rico, 1997), por lo que remitimos a ese trabajo al lector interesado por un estudio teórico más extenso. Destacamos en este apartado algunas ideas adecuadas a nuestro propósito.

El currículo de la Educación Obligatoria es un plan de formación, que se propone dar respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué es, en qué consiste el conocimiento?
- ¿Qué es el aprendizaje?
- ¿Qué es la enseñanza?
- ¿Qué es, en qué consiste el conocimiento útil?

La intención del currículo es ofrecer propuestas concretas sobre:

- * modos de entender el conocimiento,
- * interpretar el aprendizaje,
- * poner en práctica la enseñanza,
- * valorar la utilidad y dominio de los aprendizajes realizados.

Estas cuestiones marcan dimensiones prioritarias para organizar la reflexión curricular, pero no señalan su contenido explícito.

La primera cuestión ¿qué es el conocimiento? sirve de referencia para otras cuestiones más precisas, tales como:

- ¿qué es, en qué consiste el conocimiento matemático?
- ¿qué características relevantes diferencian este conocimiento de otros?
- ¿por qué es importante este conocimiento?
- ¿qué relaciones sostiene el conocimiento matemático con las determinaciones culturales de nuestra sociedad?

La discusión sobre *¿qué es el conocimiento matemático?* no es trivial y afecta profundamente al diseño y desarrollo del currículo de matemáticas.

La segunda cuestión: ¿qué es el aprendizaje? interviene en el diseño y desarrollo del currículo. También esta cuestión genérica encierra un núcleo amplio de cuestiones importantes:

- ¿en qué consiste el aprendizaje?,
- ¿cómo se produce? ¿cómo aprenden niños y jóvenes?
- el aprendizaje, ¿es resultado de una evolución o efecto de la instrucción, o de ambas cosas?
- ¿qué función tiene una teoría del aprendizaje?

Por lo que se refiere a nuestra disciplina la pregunta básica se enuncia así:

- ¿cómo se caracteriza el aprendizaje de las matemáticas?
- Todo currículo de matemáticas necesita estar basado en alguna teoría o esquema conceptual que permita dar respuesta fundada a cuestiones generales como las siguientes:
- ¿Cómo son las personas en el trabajo con matemáticas?
 - ¿Cómo se desarrolla la comprensión de los conceptos matemáticos?
 - ¿En qué consiste la capacidad matemática?

La tercera cuestión ¿qué es la enseñanza? da también lugar a una diversificación de cuestiones específicas y precisas. Entre estas cuestiones encontramos las siguientes:

- ¿en qué consiste educar?
- ¿en qué consiste la educación matemática?
- ¿cómo puede llevarse a cabo la formación de niños y jóvenes en un campo específico del conocimiento?
- ¿en qué consiste la instrucción?

Finalmente, la cuarta cuestión ¿para qué sirve el conocimiento? admite una serie de cuestiones más precisas:

- ¿cómo se establece la utilidad del conocimiento matemático?
- ¿cuándo un individuo dispone de conocimiento útil?
- ¿qué criterios determinan la capacidad matemática de una persona?
- ¿mediante qué instrumentos se valora la capacidad matemática de una persona?
- ¿cuáles son los mecanismos sociales que sostienen esa valoración?
- ¿mediante qué criterios se valora la eficacia de un currículo?,

¿cómo y con cuáles criterios se valora la capacidad de un profesor o de unos materiales curriculares?,

¿qué mecanismos permiten modificar un currículo, cómo se ponen en práctica?,

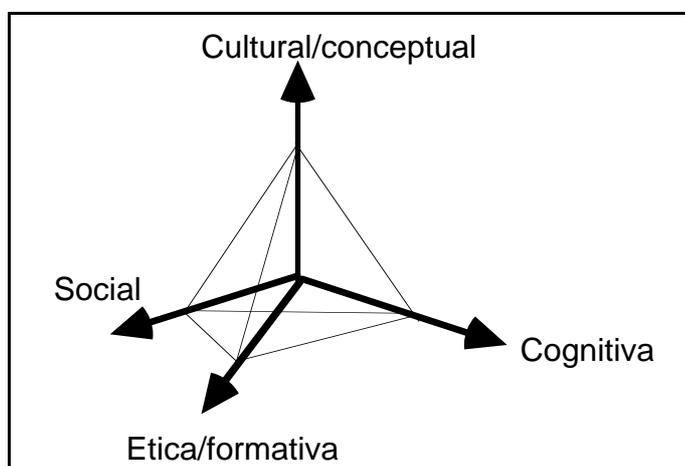
¿quiénes tienen la responsabilidad de la valoración y de los cambios?

6.1. Dimensiones del currículo

Las cuatro cuestiones consideradas permiten establecer cuatro dimensiones en torno a las que organizar los niveles de reflexión curricular (Rico, 1997).

Estas cuatro dimensiones son:

- * Dimensión cultural/ conceptual
- * Dimensión cognitiva
- * Dimensión ética
- * Dimensión social



Dimensiones del currículo

Estas cuatro dimensiones las hemos considerado cuando hemos reflexionado sobre las finalidades de la enseñanza de las matemáticas. Igualmente se pueden considerar otros niveles de reflexión sobre el currículo, que se pueden analizar en términos de estas cuatro dimensiones.

Dos de los niveles de reflexión usuales en los estudios sobre el currículo de matemáticas son el nivel de planificación para el aula y el nivel de planificación para el sistema educativo; ambos niveles están fuertemente conectados y pueden estructurarse mediante las mismas cuatro dimensiones, pero se trata de niveles distintos. En el cuadro se presentan las componentes por cada dimensión de los dos niveles mencionados:

Dimensiones =====	1ª dimensión: Cultural/ conceptual	2ª dimensión: Cognitiva o de desarrollo	3ª dimensión: Etica o formativa	4ª dimensión: Social
Niveles				
Planificación para el aula	Contenidos	Objetivos	Metodología	Evaluación

Sistema Educativo	Conocimientos	Alumnos	Profesor	Escuela
-------------------	---------------	---------	----------	---------

Niveles y dimensiones en el estudio del currículo

Como desarrollo de las directrices generales que marcan los documentos oficiales, en los que se concretan y marcan actuaciones para los planes de formación que se llevan a cabo por medio del Sistema Educativo, cada uno de los materiales que contribuyen al diseño y puesta en práctica de un determinado proyecto curricular expresan una concreción de los objetivos, de la organización del contenido, de los métodos y recursos para trabajar en el aula y de los medios e instrumentos para la evaluación.

7. Objetivos del currículo de matemáticas.

A la hora de interpretar los objetivos que establecen los documentos curriculares para el Área de Matemáticas de la Educación Secundaria Obligatoria es conveniente recordar el carácter formativo general y la obligatoriedad de esta etapa educativa.

La enseñanza de las Matemáticas en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria tendrá como objetivo contribuir a desarrollar en los alumnos y alumnas las capacidades siguientes:

"1. Incorporar al lenguaje y modos de argumentación habituales las distintas formas de expresión matemática (numérica, gráfica, geométrica, lógica, algebraica, probabilística) con el fin de comunicarse de manera precisa y rigurosa.

2. Utilizar las formas de pensamiento lógico para formular y comprobar conjeturas, realizar inferencias y deducciones, y organizar y relacionar informaciones diversas relativas a la vida cotidiana y a la resolución de problemas.

3. Cuantificar aquellos aspectos de la realidad que permitan interpretarla mejor, utilizando técnica de recogida de datos, procedimientos de medida, las distintas clases de números y mediante la realización de los cálculos apropiados a cada situación.

4. Elaborar estrategias personales para el análisis de situaciones concretas y la identificación y resolución de problemas, utilizando distintos recursos e instrumentos, y valorando la conveniencia de las estrategias en función del análisis.

5. Utilizar técnicas sencillas de recogida de datos para obtener información sobre fenómenos y situaciones diversas, y para representar esa información de forma gráfica y numérica y formarse un juicio sobre la misma.

6. Reconocer la realidad como diversa y susceptible de ser explicada desde puntos de vista contrapuestos y complementarios: determinista/ aleatorio, finito/infinito, exacto/o aproximadamente, etcétera.

7. Identificar las formas y relaciones espaciales que se presentan en la realidad, analizando las propiedades y relaciones geométricas implicadas y siendo sensible a la belleza que generan.

8. Identificar los elementos matemáticos (datos estadísticos, gráficos, planos, cálculos, etc.) presentes en las noticias, opiniones, publicidad, etc., analizando críticamente las funciones que desempeñan y sus aportaciones para una mejor comprensión de los mensajes.

9. Actuar, en situaciones cotidianas y en la resolución de problemas, de acuerdo con modos propios de la actividad matemática, tales como la exploración sistemática de alternativas, la precisión en el lenguaje, la flexibilidad para modificar el punto de vista o la perseverancia en la búsqueda de soluciones.

10. Conocer y valorar las propias habilidades matemáticas para afrontar las situaciones que requieran su empleo o que permitan disfrutar con los aspectos creativos, manipulativos, estéticos o utilitarios de las matemáticas." (Real Decreto 1345/1991).

Vemos que se trata de enunciados genéricos, vinculados a uno o varios bloques de contenidos generales. Estos objetivos marcan prioridades en el desarrollo de las capacidades de los alumnos, pero dejan abierto un campo muy amplio a la autonomía de los profesores. Los enunciados de estos objetivos imponen la necesidad de buscar criterios que permitan tomar decisiones adecuadas sobre su concreción.

8. Organización del contenido.

Para la organización de los contenidos en el currículo actual de matemáticas de la Educación Obligatoria se combinan dos criterios: uno disciplinar y otro cognitivo. El criterio disciplinar clasifica los contenidos del currículo en cinco grandes bloques. El criterio cognitivo clasifica los conocimientos matemáticos en conceptuales y procedimentales, con diferentes niveles en cada uno de estos campos; además añade unos conocimientos actitudinales.

Los cinco bloques en los que la organización disciplinar agrupa los contenidos de matemáticas son:

1. Numeros y operaciones:
2. Medida, estimación y cálculo de magnitudes
3. Representación y organización en el espacio
4. Interpretación, representación y tratamiento de la información
5. Tratamiento del azar

Estos cinco bloques se han modificado en las Comunidades Autónomas con competencias educativas.

8.1. Organización cognitiva de los contenidos

Compartimos el punto de vista cognitivo que considera el conocimiento matemático organizado en dos grandes campos: conceptual y procedimental.

"El conocimiento conceptual se caracteriza más claramente como conocimiento que es rico en relaciones. Puede pensarse como una membrana conectada de conocimiento, una red en la que las relaciones de conexión son tan importantes como las piezas discretas de información. Las relaciones saturan los hechos y proposiciones individuales de modo que todas las piezas de información están conectadas a alguna red. De hecho, una unidad de conocimiento conceptual no puede ser una pieza aislada de información; por definición es una parte del conocimiento conceptual sólo si su poseedor reconoce su relación con otras piezas de información." (Hiebert y Lefevre)

El conocimiento procedimental consiste en los modos de ejecución ordenada de una tarea, lo constituyen las

"reglas, algoritmos o procedimientos empleados para resolver una tarea. Hay instrucciones paso por paso que prescriben cómo concluir una tarea. Un rasgo clave de los procedimientos es que se ejecutan en una secuencia lineal predeterminada. Es la naturaleza claramente secuencial de los procedimientos la que probablemente los diferencia de otras formas de conocimiento." (Hiebert y Lefevre).

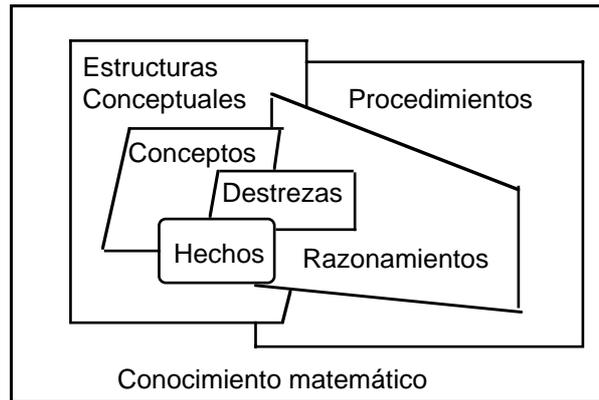
Los *conceptos* son aquello con lo que pensamos y, según su mayor o menor concreción, podemos distinguir tres niveles de conocimientos en el campo conceptual:

- i) los *hechos*, que son unidades de información y sirven como registros de acontecimientos;
- ii) los *conceptos* propiamente tales, que describen una regularidad o relación de un grupo de hechos, suelen admitir un modelo o representación y se designan con signos o símbolos;
- iii) las *estructuras conceptuales*, que sirven para unir conceptos o para sugerir formas de relación entre conceptos constituyendo, a veces, conceptos de orden superior, ya que pueden establecer algún orden o relación entre conceptos no inclusivos.

Los *procedimientos* son aquellas formas de actuación o ejecución de tareas matemáticas; igualmente podemos distinguir tres niveles diferentes en el campo de los procedimientos:

- i) las *destrezas* consisten en la transformación de una expresión simbólica en otra expresión; para ello hay que ejecutar una secuencia de reglas sobre manipulación de símbolos; por lo general, las destrezas se ejecutan procesando hechos;
- ii) los *razonamientos* se presentan al procesar relaciones entre conceptos, y permiten establecer relaciones de inferencia entre los mismos
- iii) las *estrategias*, que se ejecutan sobre representaciones de conceptos y relaciones; las estrategias operan dentro de una estructura conceptual y suponen cualquier tipo de procedimiento que pueda ejecutarse, teniendo en cuenta las relaciones y conceptos implicados.

Esquemáticamente expresamos así nuestra consideración del conocimiento matemático:



En el cuadro se indican las relaciones de inclusión entre los diferentes niveles de cada uno de los campos y las conexiones entre ellos. En este cuadro no está incluido el conocimiento actitudinal, ni tampoco las capacidades metacognitivas.

En cada uno de los niveles anteriores se pueden distinguir varios tipos, que pasamos a presentar brevemente.

1.-Hechos; se distinguen cuatro tipos de hechos: términos, notaciones, convenios y resultados.

Términos: son las denominaciones o vocablos con los que designamos los conceptos o las relaciones entre conceptos. En matemáticas hay términos específicos y otros que proceden del lenguaje común.

Notaciones: son los signos y símbolos empleados en matemáticas para expresar una idea de modo breve y preciso.

Convenios: son acuerdos tácitos o consensuados para comunicar información sin ambigüedad, evitando largas explicaciones.

Resultados: son unidades de información producto directo e inmediato de relaciones entre términos, susceptibles de memorizar, cuyo dominio y control conviene disponer para trabajar en matemáticas sin tener que partir siempre de cero.

2.- Técnicas y Destrezas. Las técnicas y destrezas suponen el dominio de los hechos y de los procedimientos usuales que se pueden desarrollar de acuerdo con rutinas secuenciadas. Distinguimos entre destrezas según el campo de las matemáticas escolares en el que operan, y las clasificamos en: aritméticas, métricas, geométricas, gráficas y de representación.

Destrezas Aritméticas: son aquellas necesarias para un correcto dominio del sistema decimal de numeración y de las cuatro operaciones básicas. Entre las más destacadas podemos señalar la lectura y escritura de números, el cálculo mental con dígitos y algunos números de dos cifras, el cálculo con papel y lápiz, y el empleo de la calculadora.

Destrezas Métricas: son las destrezas necesarias para emplear correctamente los aparatos de medida más comunes de las magnitudes longitud, tiempo, amplitud, capacidad, peso y superficie; también se incluye aquí el dominio del sistema métrico decimal.

Destrezas Geométricas: comprenden las rutinas para construir un modelo de un concepto geométrico, para manipularlo o para hacer una representación del mismo en el plano; también se incluye el dominio y empleo correcto de determinados convenios para expresar relaciones entre conceptos geométricos.

Destrezas Gráficas y de Representación: el uso de modelos gráficos no está limitado a la representación de conceptos geométricos; cuando se hace una representación lineal de los números, cuando se emplea una gráfica para expresar una relación entre dos variables, o cuando se simboliza una fracción sobre una figura, se están utilizando destrezas de tipo gráfico, que suponen el empleo de determinados convenios para dar una imagen visual de un concepto o relación.

3.-Conceptos. Consideramos los conceptos como una serie de unidades de información (hechos) conectados entre sí mediante una multiplicidad de relaciones; el concepto lo constituyen tanto los hechos como sus relaciones; se representan mediante sistemas simbólicos y gráficas. Usualmente todo concepto admite una o varias representaciones de carácter gráfico o simbólico. Cada concepto se caracteriza por la mayor o menor complejidad de relaciones que se pueden establecer entre los hechos cuya regularidad expresa que, a su vez, va a permitir establecer nuevas relaciones con otros conceptos.

4.-Razonamiento. La capacidad para establecer nuevas relaciones entre las unidades de información que constituyen un concepto se expresa mediante una secuencia argumental a la que solemos llamar razonamiento. El razonamiento es la forma usual de procesar conceptos, es decir, de derivar unos conceptos de otros o implicar una nueva relación sobre la base de las relaciones ya establecidas. El razonamiento lógico-deductivo se ha considerado como la forma de razonamiento matemático preferente, lo cual no deja de ser una simplificación. En matemáticas, además del razonamiento deductivo, se emplean el razonamiento inductivo y el analógico. En cualquiera de los razonamientos se utilizan destrezas de diferentes clases. Cuando un determinado razonamiento se ejecuta con unas pautas de rigor, precisión, concisión y elegancia se estandariza con alguna denominación especial: prueba teorema, etc. En el trabajo con alumnos de la Educación Obligatoria, un razonamiento será todo argumento suficientemente fundado que dé razón o justifique una propiedad o relación. Las capacidades de expresión y comunicación de los alumnos las consideramos como una parte importante de su capacidad de razonamiento.

5.-Estructuras conceptuales. Los conceptos, a su vez, no constituyen unidades aisladas de información; entre ellos se puede establecer una gran riqueza de relaciones que forman auténticas redes conceptuales. Las relaciones entre conceptos dan lugar a nuevas estructuras, en las que cada uno de los conceptos que la forman queda caracterizado por las relaciones que mantiene

con el resto. Las relaciones que se trabajan en el periodo de la Educación Obligatoria son importantes porque van poniendo las bases de algunas de las estructuras conceptuales claves para la formación matemática de cada alumno. Las estructuras aditiva y multiplicativa y el razonamiento proporcional están entre los ejemplos más conocidos. Las estructuras conceptuales constituyen la esencia del conocimiento matemático organizado, los hechos y destrezas toman sentido y significado dentro de ellas. Por ello el establecimiento y reconocimiento de las relaciones que se dan entre los conceptos con los que se está trabajando debe ser un elemento permanente de reflexión.

6.-Estrategias. En el entramado de relaciones que constituyen una estructura conceptual hay multitud de vías para responder a una determinada cuestión, que toma su sentido cuando se enuncia en términos de los conceptos que forman parte de esa estructura. En unos casos se puede seguir un camino prioritariamente deductivo, es decir, siguiendo las reglas de razonamiento lógico; pero la mayor parte de las veces no suele ocurrir ésto, sino que se combinan argumentos deductivos con otros de carácter inductivo, con representaciones y modelos, algunas intuiciones y razonamientos no explicitados. Cualquier procedimiento o regla de acción que permite obtener una conclusión o responder a una cuestión (resolución de problemas) haciendo uso de relaciones y conceptos, generales o específicos de una determinada estructura conceptual, se denomina estrategia. Las estrategias comprenden al razonamiento y a las destrezas, pero no se reducen a ellos; las estrategias procesan dentro de una estructura conceptual y, por tanto, pueden existir estrategias diferentes para alcanzar un mismo resultado. El uso de estrategias supone un dominio de la red conceptual sobre la que deben ejercitarse y, al mismo tiempo, grandes dosis de creatividad e imaginación para descubrir nuevas relaciones o nuevos sentidos en relaciones ya conocidas. Las estrategias más usuales en los niveles de la Educación Obligatoria son: estimar, aproximar, elaborar un modelo, construir una tabla, buscar patrones y regularidades, simplificar tareas difíciles, conjeturar y comprobar. Unas son metodológicas y otras específicas.

Entendemos que el alumno de estos niveles puede irse entrenando en el uso de estrategias, que le permitirán poner en funcionamiento el máximo de relaciones entre los conceptos estudiados, considerando nuevas facetas y aspectos no previstos de los mismos.

9. Evaluación

La evaluación es un campo de estudio e investigación que se plantea cuestiones mucho más amplias que las que se derivan directamente de la pregunta: ¿cómo calificar a nuestros alumnos?. La evaluación en el periodo de la Educación Obligatoria no debe utilizarse para controlar la promoción de los alumnos, sino, en todo caso, para detectar situaciones anómalas y proceder a un tratamiento específico que permita superarlas (diagnóstico y remedio). Hacer sinónimos los términos evaluación y examen es una identificación confusa que

se suele realizar con frecuencia, y que lleva a un rechazo acrtico de todo lo relativo al enjuiciamiento y valoraci3n del aprendizaje escolar. Scriven (1967) introdujo una distinci3n importante entre evaluaci3n formativa y evaluaci3n sumativa. La primera actúa de forma continua y su papel consiste en diagnosticar e informar para permitir la recuperaci3n en aquellos aspectos en los que se comprueben deficiencias; tambien sirve para que el profesorado modifique su orientaci3n e incorpore elementos nuevos en el proceso de enseanza. La evaluaci3n sumativa expresa la agregaci3n de los logros conseguidos por un alumno en diversos aspectos del aprendizaje de un concepto, y suele dar lugar a una calificaci3n. Tambi3n la evaluaci3n tiene una importante componente orientativa, que ayuda al alumno a explorar sus caracteristicas cognitivas.y al profesor a explicitar las estrategias m3s id3neas en su trabajo con los alumnos, lo que se denomina estilo de enseanza.

El punto de vista actual se centra en que *para evaluar hay que comprender*, lo cual supone que se ha hecho un juicio razonado de alg3n aspecto de un trabajo desarrollado por los alumnos ante una tarea; se trata de una visi3n distinta de la convencional, en la que no se trata de comprender ning3n proceso de aprendizaje, sino de establecer un 3xito o un fracaso. Un nuevo enfoque para la evaluaci3n debe discutir y poner en claro varias cuestiones: ¿por qu3 valorar el trabajo de los alumnos?, ¿qu3 hay que valorar?, ¿c3mo hay que valorar? y ¿qu3 decisiones deben afectar a la evaluaci3n? La legitimidad del error, como parte constitutiva de los procesos de aprendizaje y de elaboraci3n del conocimiento objetivo, se sustenta en una posici3n epistemol3gica que trata de fomentar el an3lisis y la consideraci3n crtica del conocimiento eludiendo la tendencia a culpabilizar a los escolares de la comprensi3n deficiente, ayud3ndoles a detectar tales deficiencias y buscar vias para su superaci3n.

Desde esta perspectiva nos planteamos las cuatro preguntas anteriores.

9.1. ¿Por qu3 hay que valorar el trabajo de los escolares?

Al valorar y corregir el trabajo de los alumnos les informamos de c3mo han realizado determinada tarea; tambien podemos determinar el grado de asimilaci3n de un concepto, el dominio de una destreza, la habilidad en la elecci3n de un procedimiento y en el uso y manejo de estrategias. Tambien el Profesor est3 interesado en conocer lo que la clase puede hacer y lo que no puede hacer, determinar los niveles generales en los que se encuentran sus alumnos, las diferencias entre ellos; puede, igualmente, localizar los errores usuales a3n no superados y valorar el rendimiento logrado por el grupo respecto de un determinado t3pico. Tanto los padres como los administradores educativos, las autoridades locales y las asociaciones de profesores tienen intereses leg3timos en una evaluaci3n lo m3s completa posible del aprendizaje realizado por los alumnos.

9.2. ¿Qu3 valorar?

Si entendemos la pregunta en el sentido de cuáles son las actividades matemáticas de los alumnos que deben considerarse prioritarias para establecer un juicio sobre los alumnos, se pueden dar multitud de respuestas válidas: precisión, resultados, método de trabajo, claridad de pensamiento, asimilación de ideas matemáticas, transferencia en la comprensión, dominio en la ejecución de técnicas y destrezas, tiempo en el desempeño de las tareas, esfuerzo personal, creatividad, adecuación en la elección de estrategias, organización de las secuencias, e incluso pulcritud y claridad en la presentación de los trabajos. También hay que considerar las observaciones que hace el Profesor cuando los alumnos trabajan autonomamente o en grupos e, igualmente, las intervenciones que hacen en las discusiones dirigidas.

Si entendemos la pregunta inicial en el sentido de cuál es la parte adecuada de la actividad del alumno para emitir un juicio sobre su competencia matemática, la consideración se centra ahora en procurar que la evaluación no se haga atendiendo a un único tipo de criterios y actividades, ya que puede tener un efecto contraproducente. Es decir, si nos limitamos a evaluar destrezas de cálculo mecánico mediante pruebas en las que se controlan los resultados, se favorece un tipo de aprendizaje rutinario y mecánico.

9.3. ¿Cómo evaluar?

Las pruebas estandarizadas de papel y lápiz, bien en versión de un test de cuestiones y respuestas puntuales, bien mediante una prueba para el desarrollo más extenso de cuestiones y la resolución de problemas más complejos, se pueden considerar instrumentos insuficientes para emitir un juicio útil sobre la competencia matemática de los alumnos. Con estos instrumentos se puede poner de manifiesto fácilmente el conocimiento de hechos y el dominio en la ejecución de destrezas; también es posible comprobar el conocimiento de enunciados, definiciones y propiedades, junto con algunas secuencias de razonamientos, pero no es posible comprobar la comprensión real de los conceptos, el dominio de las estructuras conceptuales, la capacidad personal de razonamiento y la habilidad en la elección y desarrollo de estrategias. Todos estos aspectos son tan importantes o más que los primeros, y quizás el mayor inconveniente para su control está en que no disponemos de instrumentos suficientemente contrastados para su realización. Sin embargo, no cabe duda de que es posible hacer una valoración bastante aproximada de las competencias señaladas mediante un seguimiento del trabajo individual y colectivo que se realiza en el aula.

9.4. ¿Qué decisiones deben afectar a la evaluación?

Un Profesor del periodo obligatorio de la enseñanza debe ser totalmente consciente de que su función no es seleccionar las mentes más capacitadas para la educación superior sino capacitar a cada estudiante para alcanzar el máximo desarrollo de sus potencialidades, que le permitan incorporarse a una sociedad democrática. La escuela no puede, y no debe, ensanchar las diferencias culturales debidas a los distintos medios sociales y económicos de los que

proceden sus alumnos. La escuela no debe ahondar en las diferencias intelectuales que presentan los niños, esa no es su misión y el profesorado debe tenerlo claro. Por todo ello, las matemáticas deben abandonar el papel de filtro y selección que, tradicionalmente, han desempeñado en el Sistema Escolar. En este sentido hay que enfatizar la función orientadora de la evaluación y recordar que, aunque el alumno es el autor de su aprendizaje, el Profesor también es responsable de los logros y avances conseguidos.

9.5. Criterios para seleccionar tareas de evaluación

La preocupación por encontrar instrumentos adecuados mediante los que llevar adelante la evaluación de los alumnos en matemáticas ha conducido a los especialistas a discutir las características generales que deben tener tales instrumentos. Bell, Burkhardt y Swan (1992) establecieron las siguientes condiciones para las tareas de evaluación:

1º *Relevancia práctica*; muchas cuestiones presentan una situación de la vida real, pero plantean cuestiones que no tienen significado práctico.

2º *Coherencia o fragmentación de la tarea*; muchas tareas conducen al estudiante a través de una secuencia de pequeños pasos, que reducen o suprimen la capacidad de decisión del estudiante (Resuelve la ecuación E utilizando el método M, o similar). Pocas tareas invitan al estudiante a seleccionar su repertorio de técnicas, recorrer una cadena de razonamientos o comparar métodos alternativos.

3º *Rango de respuestas posibles*; ¿hasta qué punto podemos proponer tareas que proporcionen la oportunidad a los estudiantes de trabajar con un amplio rango de capacidades y talentos? Usualmente el nivel de respuestas posibles ha venido determinado más por la tarea que por el estudiante.

4º *Extensión y valor de la tarea*; el pensamiento de orden superior se muestra mejor, por lo general, en tareas extensas que en tareas cortas; es necesario que estas actividades constituyan por sí mismas experiencias de aprendizaje válidas y aceptables.

5º *Modo de trabajar las tareas*; tradicionalmente los estudiantes han trabajado las tareas individualmente y en silencio. Estas condiciones artificiales se han impuesto en beneficio de la fiabilidad, y probablemente se mantendrán en el sistema. Sin embargo, hay una gran necesidad de explorar cómo se puede evaluar la capacidad de los estudiantes para trabajar cooperativamente, quizá utilizando formas de comunicación orales y prácticas en un ambiente usual de trabajo.

10. Conclusión.

En la historia reciente de la Educación Matemática los profesionales de este campo de trabajo se encuentran, por primera vez, enfrentados a la responsabilidad de asumir su desarrollo profesional de una manera crítica y renovada. Las demandas sociales de una educación de calidad, formativa, con el énfasis puesto en la difusión de los valores democráticos y las relaciones de

comunicación a través de todas las disciplinas del currículo escolar, marcan cambios fundamentales en la consideración de las matemáticas escolares.

El educador matemático emerge como un profesional crítico y reflexivo, cuyas necesidades de formación inicial y permanente se han incrementado con la incorporación de nuevas disciplinas y la importancia cada vez mayor asignada al campo de la práctica. Esta formación debe tener rango académico suficiente y debe ubicarse en los departamentos y centros universitarios; pero la comunidad de educadores matemáticos no debe esperar que las soluciones le vengan dadas, debe adelantarse a reflexionar sobre sus propias carencias y limitaciones y plantear sus propias necesidades de formación con la extensión y profundidad necesarias.

La reflexión, crítica y discusión realizada sobre estas necesidades debe dar paso a programas de formación adecuados que proporcionen las bases suficientes para el desempeño de la compleja tarea que denominamos Educación Matemática.

El profesor de matemáticas necesita autonomía intelectual y capacidad crítica en el ejercicio de su profesión, para ello es imprescindible conocer y dominar las herramientas conceptuales de esa profesión.

Los profesores de matemáticas tienen necesidad de herramientas funcionales y bien elaboradas conceptualmente para el ejercicio de su profesión. Una de estas herramientas es la noción de currículo, que hemos presentado resumidamente en este capítulo y que sustentamos en una serie de dimensiones mediante las que estructurar el concepto. Pero con el concepto de currículo el profesor de matemáticas no dispone aún de toda la información necesaria para llevar a cabo sus tareas profesionales. En los próximos capítulos presentaremos nuevos conceptos que completen el dominio conceptual fundado del profesor y que, al mismo tiempo, le proporcionen nuevas herramientas funcionales para su trabajo en el aula de matemáticas.