

¿Qué matemáticas necesitamos para comprender el mundo actual? (*)

Pilar Azcárate Goded (1)
Departamento de Didáctica
Área de Didáctica de la Matemática
Universidad de Cádiz



RESUMEN

Este artículo presenta un breve análisis del papel de las matemáticas en el sistema educativo actual y una posible alternativa de selección y organización de los contenidos matemáticos más cercanos a los objetivos de la educación obligatoria.

Las Matemáticas: su situación actual en el currículo

Muchas son las voces que hoy demandan una formación diferente para el ciudadano del siglo XXI, una educación que le permita superar los grandes obstáculos y controversias con los que se va a enfrentar al analizar e intervenir en el entorno. En un mundo donde los medios de comunicación y tecnológicos están a la disposición de gran parte de la población, facilitando el acceso a una cantidad de información impensable que se pueda tratar en la escuela, es absurdo pensar en la escuela como una mera transmisora de conocimientos. Su labor tiene que ir más dirigida hacia facilitar las estrategias necesarias a los estudiantes para que ellos puedan interpretar, integrar y transformar dicha información en un conocimiento útil para su intervención en la realidad (Her-

nández, 1992). El conocimiento escolar debe llegar a poder ser un sistema de pensamiento o de ideas que permita una mayor comprensión del mundo y una mayor capacidad de actuación sobre él (García, 1994).

Comprender el mundo implica aprender a relacionar y analizar críticamente la realidad no como un conjunto de partes sino como una totalidad. Sin embargo, gran parte de los conocimientos transmitidos a lo largo de todo el proceso educativo, desde la escuela infantil a la universidad, son hoy caducos y están enseñados de forma fragmentaria y reduccionista, proyectando una imagen desvirtuada de la compleja realidad en la que nos encontramos. Para afrontar el estudio de la realidad es necesario un planteamiento global sin las fragmentaciones impuestas en el currículum a través de las diferentes disciplinas (Morin, 1994).

(*) Esta publicación es resultado parcial del proyecto PB-1449 financiado por la DGICYT.

(1) Miembro del proyecto IRES.



Si bien, las disciplinas son modelizaciones de la realidad y, por tanto, herramientas útiles para su interpretación, el alumno generalmente recibe una visión parcelada, descontextualizada y sin relación entre los diferentes tipos de conocimientos que se les intenta transmitir. Imagen que en los últimos años se intenta romper buscando nexos de unión entre los conocimientos desde propuestas más integradoras.

Al hablar de las relaciones entre las disciplinas que habitualmente estudian los fenómenos naturales y sociales encontramos numerosos problemas y dificultades y, como se ha ido señalando en los recientes artículos relacionados con este tema, hay una gran diversidad de opciones y formas muy diferentes de entender la conexión e interacción entre las diferentes disciplinas. Pero, en general, hay un cierto consenso sobre la necesidad de dicha interacción y, desde los años 70, estamos presenciando la aparición de gran número de proyectos y propuestas alternativas relativas a la enseñanza de las ciencias como producto de las reflexiones realizadas por profesionales de este ámbito desde marcos más globales e integradores.

Sin embargo, hay una parcela del sistema educativo en el que el consenso dista mucho de ser aún generalizado, nos referimos a la Educación Matemática. Las matemáticas y los profesionales responsables de su educación, se han mantenido inmune a estos temas durante muchos años, limitando sus reflexiones al contexto interno de las propias matemáticas. Para muchos profesores de matemáticas mejorar la enseñanza de las matemáticas implicaba articular mejor las propias matemáticas (D'Ambrosio, 1994). Quizá una de las principales dificultades para incorporar enfoques más integradores del currículo matemático es la propia visión de los educadores matemáticos, formados en un pensamiento fuertemente disciplinar con pocas conexiones

con otros conocimientos. Pocas veces, los profesores de matemáticas, tenemos claro el papel de la interdisciplinariedad cuando hablamos del conocimiento matemático.

De hecho, muchos de los actuales profesores de matemáticas, y gran parte de la sociedad, consideran las matemáticas como un área cerrada en donde todo está ya inventado y constituido, un conocimiento estable, verdadero y accesible sólo a unos pocos. En consecuencia, a los alumnos se les transmite un imagen inerte de las matemáticas, se les somete a una mera adquisición de conceptos como entidades bien definidas y con gran nivel de abstracción, definiciones descontextualizadas y algoritmos memorizados. Como dice un buen amigo, profesor de secundaria, en la escuela los alumnos hacen pocas cosas más que *calcular*: sumas, divisiones, tantos por ciento, áreas, volúmenes, límites, derivadas e incluso integrales operaciones que, en general, no saben como utilizar fuera del contexto escolar y por tanto, no pueden hacer uso de ello. En cierta manera, el trabajo matemático desarrollado en el contexto escolar se irreal y no produce un aprendizaje útil para la vida.

La mayoría de los ciudadanos, al completar su educación obligatoria, pueden aplicar rutinas de cálculo aritmético o reconocer ciertas figuras geométricas pero, no pueden resolver problemas simples que requieran de una aplicación del conocimiento matemático. En general, los adultos poseen una colección muy pequeña de hechos matemáticos y unas limitadas estrategias de resolución de problemas. El actual desarrollo tecnológico implica una nueva aproximación a la hora de pensar y tratar los problemas e ideas matemáticas. Por ejemplo, las calculadoras hacen obsoletas los largos y tediosos cálculos sobre el papel de los tristemente famosos cuadernillos de cuentas, por otro lado, tan habituales en nuestra escuelas. Ya no es tan im-

portante la velocidad y exactitud de los algoritmos de lápiz y papel, el énfasis debe desviarse hacia la comprensión conceptual y las estrategias de resolución de problemas que nos permitan un uso efectivo y adecuado de los medios tecnológicos de los que disponemos.

Es muy diferente aprender o memorizar unos determinados hechos o procedimientos matemáticos, que saber hacer uso de lo aprendido. Para lo segundo, es necesario integrarlo en las formas de pensamiento del sujeto, comprender su significado y relación con las situaciones donde puede ser aplicado. Esta sería la diferencia de aprender un conocimiento matemático escolar, desde y para la escuela o *aprender un conocimiento matemático escolar desde la vida y para la vida, aunque adquirido en el ámbito escolar*.

Poco a poco se van introduciendo nuevas formas de hacer matemáticas en la escuela, aproximándose a una visión de las matemáticas más cercana a la vida y considerada más como un conocimiento provisional, interpretable, relativo, construido socialmente y accesible a todos. Hay ya numerosos ejemplos de propuestas curriculares que reflejan formas alternativas de trabajar las matemáticas en la escuela (Giménez, Fortuny y Alsina, 1995, Berini, 1997, Lladó, 1997) y que implican una nueva organización curricular.

Al intentar abordar la problemática de la Educación Matemática desde una visión integradora, las matemáticas no pueden ser el objetivo último de la educación ni el referente exclusivo para la determinación del currículo escolar. Si las matemáticas escolares deben estar dirigidas a permitir el sujeto una mayor comprensión de la realidad, es necesario analizar los problemas relevante para los ciudadanos para conocer las matemáticas que necesitaran en su vida cotidiana. Análisis que nos puede dar luz sobre interrogantes como:

¿Qué papel tiene o puede tener la educación matemática en la formación de un ciudadano del siglo XXI?

¿Qué tipo de conocimientos matemáticos, conceptuales y procedimentales le demanda la sociedad para su integración crítica, autónoma y responsable?

Es obvio que numerosos problemas del entorno necesitan de conocimientos y de tratamiento matemático para su mejor comprensión y precisa interpretación y resolución. Procedimientos de toma de decisiones, organización e interpretación de la información, relaciones de proporcionalidad, métodos numéricos, descripción del medio espacial, sus objetos y sus relaciones, formas de representación, organización del tiempo, etc., todos son conocimientos absolutamente necesarios para la intervención en el medio en que nos movemos. Lo que le interesa al ciudadano es disponer de un sistema de pensamiento matemático efectivo para resolver problemas prácticos y cotidianos, que le permita un mayor desarrollo de sus capacidades estratégicas de comprensión e intervención y le aporte un lenguaje para interpretar y modelizar la realidad. La escuela debe buscar nuevas formas para dar respuestas a estas demandas.

Las Matemáticas: su papel en la formación del ciudadano

En un reciente artículo el profesor Rico (1997) presenta una profunda reflexión sobre el debate actual en torno las finalidades de la Educación Matemática: ¿por qué y para qué enseñamos matemáticas en las escuelas?. Las múltiples respuestas que se han dado a esta pregunta han ido determinando el tipo de currículo matemático que defendemos para nuestras escuelas y desde la sociedad.

Una respuesta habitual es la que vienen dada desde presupuestos intrínsecos a

to matemático estamos ante un dominio disciplinar que adquiere sentido en su propia capacidad para afrontar y resolver problemas del entorno socio-natural y todos sus conocimientos conceptuales y procedimentales tienen sentido al ser utilizados en los diversos campos del saber. Además, en su origen, las matemáticas surgen para resolver los problemas que la humanidad se ha ido encontrando y para satisfacer sus necesidades de comprender e interpretar el entorno. Si este ha sido siempre el motor de su desarrollo, es absurdo que en la escuela no quede reflejado.

En las aulas de matemáticas, fundamentalmente en la educación secundaria, el discurso habitual es un discurso directo, unidireccional y expositivo y la actividad matemática se desarrolla de forma individual y en una secuencia repetitiva: explicación-actividades/problemas-comprobación. Problemas que, por otro lado, en la mayoría de los casos son generados desde el propio conocimiento matemático. En otros casos, se desarrollan desde un tratamiento "sucedeo" de los problemas del entorno. Estos son como adornar los problemas matemáticos con hechos del entorno, con concreciones temáticas relacionadas con él, pero con el mismo objetivo matemático y con el mismo papel en la secuencia de aprendizaje. El entorno se convierte en un recurso didáctico. Actividad que puede, en algunos casos, no ser otra cosa que problemas y ejercicios tradicionales con términos y situaciones que utilizan datos y nombres de las informaciones que proceden del medio. A un cierto nivel, esto es un progreso con respecto al tratamiento tradicional totalmente descontextualizado pero es un cambio que no modifica la propia estructura curricular de las matemáticas escolares, las Matemáticas siguen dirigiendo y organizando dicha estructura.

Hacer matemática, sin embargo, implica muchas cosas más como, saber formu-

lar problemas, interpretarlos, desarrollar un sistema de acciones que permita afrontar los problemas detectados, contrastar ideas, métodos y soluciones, saber comunicar los resultados y extraer conclusiones del proceso de forma clara, rigurosa y precisa. Como numerosas voces reivindican (Cockroft, 1985; Schoenfeld, 1985; Romberg, 1992; Azcárate y Cardeñoso, 1994; Rico, 1997,...), la resolución de problemas debería ser el eje en torno al cual articular el currículo matemático, los contenidos y las actividades desarrolladas en el aula. Pero, no nos referimos a problemas típicos matemáticos seleccionados y desarrollados desde la lógica matemática, con datos de la realidad en algunos casos pero, con una estructura sintáctica que sólo es común a los propios enunciados matemáticos, sino a problemas reales del entorno en los que ineludiblemente para su formulación, caracterización, análisis, interpretación y resolución sean necesarios conceptos y procedimientos matemáticos.

La clave está en aprender a establecer relaciones, afrontar unos determinados problemas de estudio, estructurar las actividades de tal forma que facilite progresivas aproximaciones a los fenómenos sociales, naturales y personales y que permita comprender mejor e intervenir en el complejo mundo en el que vivimos. Esto supone un cambio de la perspectiva con la que los sujetos deben acercarse al conocimiento matemático. No sólo nos referimos a la necesidad de lo interdisciplinar sino a una perspectiva diferente de tratar el conocimiento matemático, alejada de la lógica disciplinar, una lógica que permita romper las fronteras establecidas entre las disciplinas y que lleve al individuo hacia una visión global de los problemas y del mundo.

Todo conocimiento escolar se articula en torno a un conjunto de objetos de estudio a trabajar en el aula, del cambio en la organización de esos objetos de estudio es

de lo que estamos hablando. El conocimiento matemático escolar es de naturaleza peculiar, diferente del conocimiento disciplinar de la matemática y diferente del conocimiento heurístico que procede de la interacción con el entorno y ello condiciona su selección y organización que debe estar regida por indicadores diferentes más cercanos al desarrollo del individuo (Blanco, 1996).

La dificultad está en llegar a comprender y diferenciar entre trabajar con temas y problemas matemáticos aunque sea a través de estrategias metodológicas innovadoras y trabajar con problemas de la vida real que, por un lado, den sentido al proceso y, por otro, impliquen y necesiten del conocimiento matemático para su comprensión y resolución. Como indicaba Schoenfeld (1985), es necesario generar una práctica matemática, enseñar a los alumnos cómo pensar matemáticamente sobre el mundo, cómo ver el mundo con ojos matemáticos (¿tiene alguna explicación que los panales sean de forma hexagonal? y ¿que la concha del caracol tenga forma helicoidal?) y cómo utilizar las herramientas matemáticas para precisar mejor la caracterización de los objetos del entorno.

Las ideas matemáticas no tienen entidad propia fuera del contexto en que se utilizan y adquieren significado en las mentes de los alumnos al ser aplicadas en diferentes situaciones y actividades. Los propios conocimientos matemáticos evolucionan con el uso, es ineludible su utilización en nuevas situaciones y problemas que conlleven nuevos datos o estructura para una completa comprensión de su significado. Como indican Brown, Collins y Duguid (1989), es necesario contextualizar el conocimiento matemático como vía de percibir lo global y la complejidad de los problemas y para ser afrontados no desde la perspectiva parcelada y compartimenta-

da típica de la disciplinariedad sino desde la perspectiva global propia de la interdisciplinariedad.

Las actividades y situaciones propuestas en el aula han de permitir al alumno situarse en los diferentes temas y formular sus puntos de vista, por ello es importante que las situaciones sean accesibles y próximas a su vida cotidiana. La mayoría de los alumnos tienen un alto interés por los problemas del entorno y del medio ambiente, ello puede ser también una buena razón para ser considerados como eje del aula de matemáticas.

Quizás, como profesionales de la Educación Matemática deberíamos invertir gran parte de nuestros esfuerzos en hacer una caracterización y clasificación de los conflictos, problemas, situaciones o dilemas de nuestro entorno social, cultural y natural en relación a su implicación matemática. Ello nos permitiría reconocer el conocimiento matemático como instrumento para analizar, representar, explicar, predecir e intervenir en la realidad, valorando su uso para facilitar una mejor comprensión del medio. Y así, organizar el conocimiento matemático en torno a problemas o a temáticas que tengan sentido para los estudiantes que les potencie el proceso de indagación y que conecte con lo que ellos ya saben.

Desde una perspectiva integradora, el currículum matemático vendría determinado y organizado en torno a un red de problemas, problemas potenciales que permitan la comprensión e interacción en la realidad social, cultural, política y natural. Entendiendo por problemas todos aquellos temas que interesan, preocupan o son un obstáculo para el alumno y que están relacionados con diferentes aspectos del entorno. Nos referimos a grandes núcleos de problemas como los relacionados con:

* Energía alternativas; fuentes y escasez de energía, gastos energéticos.

* Crecimiento de la población-producción de alimentos; Relación hambre en el mundo y fuentes de alimentos.

* Ciclo del agua, fuente y consumo de agua.

* Parcelación del terreno, uso de pesticidas, concentraciones límite en función de las especies del entorno, herbicidas, fertilizantes por metro cuadrado y su porcentaje.

* Calidad del aire y la atmósfera, el uso racional del planeta.

* Análisis del consumo, sus excesos y sus consecuencias.

* Calidad de vida, características y condiciones del entorno.

* Salud y enfermedades humanas, dietas equilibradas, estudios epidemiológicos, factores hereditarios.

* Y otros muchos como Astronomía, guerra tecnológica, diferencias norte/sur,....

Temas cuyo estudio es factible de ser tratado matemáticamente, que necesitan para su comprensión de conocimientos matemáticos como cálculos numéricos, estudio del espacio, representaciones, porcentajes, proporciones, análisis estadísticos, estimaciones probabilísticas, relaciones de equilibrio estables e inestables, métodos de agrupar, organizar e interpretar información, representar y comunicar datos, etc. Son temas que presentan características matematizables en su formulación y/o resolución, sin las cuales el conocimiento del entorno es parcial y la capacidad de intervención en él, muy reducida.

Por ejemplo, hacer un estudio sobre los niveles de consumo y sus implicaciones en nuestra sociedad, obliga necesariamente a diseñar un sistema de actividades que ponga en juego procedimientos de recogida y organización de información, hacer cálculos del consumo medio por ciudadano o por familia, en medio urbano o rural, su distribución, utilizar estrategias de

cálculo, medida y estimación para analizar y representar el uso adecuado o indiscriminado de los bienes materiales, sintetizar la información para comunicar los datos obtenidos, interpretarlos y extraer conclusiones orientadas a la intervención, etc.

Datos que, a su vez, se pueden usar a la hora de analizar la calidad de vida del ciudadano de nuestro entorno. Para ello, también será necesario recoger, clasificar y organizar la información sobre datos económicos, fiscales, urbanísticos, laborales, culturales, etc. Investigar sobre los aspectos que puedan mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, supone construir conceptos y estrategias matemáticas como interpretar el lenguaje numérico o gráfico, realizar medidas y cálculos directos e indirectos, establecer relaciones de proporcionalidad, modelizar situaciones, establecer dependencias funcionales, elaborar procedimientos de representación, etc., pero no con un objetivo en sí mismos, sino para un mejor análisis y comprensión de estos u otros problemas de nuestro entorno.

Preparar a los alumnos para poder dar respuestas a los problemas integrados en cada núcleo nos permitiría estructurar el currículum matemático en torno a conjuntos de problemas en cuya resolución podrían intervenir conocimientos matemáticos diversos, de diferentes niveles y naturaleza, pero cuya total resolución no dependería solo de las Matemáticas sino de la información aportada por otros tipos de conocimientos. Evidentemente, en el estudio de cualquier tema ambiental están involucradas no sólo las matemáticas sino gran parte de otras ciencias lo que nos lleva a pensar que el estudio de los hechos del entorno son un instrumento o un medio para avanzar hacia la integración de las ciencias y de las matemáticas. Los núcleos indicados son sólo un ejemplo que, en todo caso, será necesario desarrollar, pero hay numerosos hechos del entorno que se

pueden elegir como fuente de problemas para el aula.

Enseñar matemáticas puede y debe ser compatible con formar personas. Los profesores de matemáticas deben ser capaces de seleccionar y organizar los contenidos y actividades más adecuadas para contribuir al desarrollo personal de los alumnos, capacitándolos autónoma, social, crítica y responsablemente.

REFERENCIAS

- AZCARATE, P. y CARDEÑOSO, J.M.^a (1994), "La naturaleza de la matemática y su influencia, problema fundamental de la Didáctica de la Matemática". *Investigación en la Escuela*, 24, 79-88.
- BERINI, M. (1997), "Las matemáticas y la realidad. La utilización del entorno como recurso didáctico". *UNO*, 12, 17-28.
- BLANCO, N. (1996), "¿Qué conocimiento para qué escuela?". *Kikiriki*, 39, 12-17.
- BROWN, J.S., COLLINS, A. Y DUGUID, P. (1989), "Situated Cognition and the Culture of Learning". En *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.
- D'AMBROSIO, U. (1985), "Environmental Influences". *Etudies in Mathematical Education*. vol. 4, 22- 46. Paris: Unesco
- D'AMBROSIO, U. (1994), "Ethnomathematics, the Nature of Mathematics and Mathematics Education". En Ernest, P. (Ed): *Mathematics Education and Philosophy: An International Perspective*. Londres: Falmer Press.
- GARCIA, E. (1994), " El conocimiento escolar como un proceso evolutivo: aplicación al conocimiento de nociones ecológicas". *Investigación en la Escuela*, 23, 65-76.
- GIMENEZ, J.: FORTUNY, J.M. Y ALSINA, C. (1995), "Educación matemática y entorno medioambiental" *UNO*, 6, 113-126.
- HERNANDEZ, F. (1992): "A vueltas con la globalización". *Cuadernos de Pedagogía*, 202, 64-66.
- HERNANDEZ, F. (1996), "¿Buscando la complejidad en el conocimiento escolar". *Kikiriki*, 39, 32-38.
- LLADO, C. (1997), "Una educación matemática emaiizada en la historia de la cultura". *UNO*, 12, 37-48.
- MARTINEZ, M. (1993), *El paradigma emergente. Hacia una nueva teoría de la racionalidad científica*. Barcelona: Gedisa.
- MORIN, E. (1994), *Iniciación al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- NISS, M. (1995), "Las matemáticas en la sociedad". *UNO*, 6, 45-57.
- PEREZ GOMEZ, R. (1994), "La cultura escolar en la sociedad posmoderna". *Cuadernos de Pedagogía*, 225, 80-85.
- RICO, L. (1997), "Reflexiones sobre los fines de la Educación Matemática". *SUMA*, 24, 5-20.
- ROMBERG, T. (1992), "Perspectives on Scholarship and Research Methods". En Grouws (Ed): *Handbook of Research on Mathematics teaching and Learning*. Nueva York: Macmillan.
- SCHOENFELD, A. (1985), *Mathematical Problem Solving*. Nueva York: Academic Press.
- TORRES, J. (1994), *Globalización e interdisciplinariedad, el curriculum integrado*. Madrid: Morata.

SUMMARY

In this paper it is presented a short analysis of the role of mathematics in the current educational system and a possible alternative of selection and organization of the nearest mathematical contents to the objective of the obligatory education.

RÉSUMÉ

Cet article présent un bref analyse sur le lieu de la mathématique dans le système éducatif actuel et une alternative possible pour selectionner et organiser les contenus mathématiques plus prochaines aux objectifs de l'enseignement obligatoire.