

Una visión de las Matemáticas*

José María Chamoso Sánchez

Luis M. Mulas Tavera

William B. Rawson

Mercedes Rodríguez Sánchez

UN DOCENTE preocupado por su trabajo suele mantenerse activo e inquieto para lograr la mejor forma de presentar los contenidos de su materia en el aula, utilizando los materiales adecuados y con una preparada organización. Y, para conseguirlo, las ideas pueden surgir en cualquier momento y lugar. Por ejemplo, se puede observar el entorno más inmediato para trabajar múltiples contenidos matemáticos mediante actividades de distinto nivel. Por ello se presenta una visión particular de las Matemáticas, un ejemplo de ruta matemática como recurso didáctico para utilizar con los estudiantes. Esa visión no sólo se refiere a observación, sino también a interpretación, aplicación y conexión de lo que se ve. Finalmente se exponen algunas sugerencias acerca de su aplicación en las aulas.

Una visión de las Matemáticas del aula

Carlos se disponía a salir del Centro después de finalizar la jornada del primer día de curso. También era su primer día como docente, aunque ya había hecho varias sustituciones de forma esporádica en años anteriores. Era un joven dinámico, activo y con ganas de trabajar. Como toma de contacto, esta mañana había propuesto una tormenta de ideas a los estudiantes. Les preguntó qué les sugería la palabra «Matemáticas», con qué la asociaban y qué les recordaba. En definitiva, qué eran las Matemáticas para ellos. Las respuestas le dejaron preocupado y pensativo. La verdad es que las cosas se ven de forma distinta desde la perspectiva del docente que desde la del alumno.

En este trabajo se presenta una visión particular de las Matemáticas, un ejemplo de *ruta matemática* como recurso didáctico para utilizar con los estudiantes. Esa visión no sólo se refiere a observación, sino también a interpretación, aplicación y conexión de lo que se ve. Finalmente se exponen algunas sugerencias acerca de su aplicación en las aulas.

* Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Fundación Vicente y García Corselas.

**IDEAS
Y
RECURSOS**

Carlos imaginó la clase que perciben sus estudiantes:

Las diez de la mañana y, como todos los días, es la hora de la clase de Matemáticas. Los alumnos están alborotados: no callan y no se acaban de sentar. Parece como si presintieran que los próximos minutos van a ser aburridos y pretenden retrasarlos lo más posible. La clase comienza y, como todos los días, cada estudiante abre su libro por la página correspondiente. El profesor corrige los ejercicios que mandó el día anterior y, posteriormente, explica la parte del tema que sigue a lo que se trató la última vez. Los alumnos cuchichean entre sí y cambian de postura constantemente. Una vez terminada la explicación, el docente consulta si hay alguna duda. No hay preguntas. Al parecer, todo se ha entendido perfectamente. A continuación, el profesor señala los ejercicios que están al final del apartado y, posteriormente, dice el nombre de varios estudiantes para que los hagan en la pizarra. Los demás los copian como pueden en su cuaderno. Un alumno observa que su reloj marca las diez y cincuenta y cinco. Una pequeña sonrisa se aprecia en su rostro acompañada de un suspiro de alivio. La clase está a punto de finalizar.

Carlos trató de recordar sus propias clases de Matemáticas como estudiante. Realmente sentía algo similar. Este recuerdo le impulsó a pensar en las características que tiene esa forma de enseñanza:

1. Es una manera cómoda de impartir la clase para el docente y de recibirla para el alumno.
2. Existe una única realidad presentada por el profesor con ayuda del libro de texto, que es seguido fielmente. Escasa utilización de otros materiales.
3. Los alumnos reciben el conocimiento.
4. Existe una reducida participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que se limita a la aplicación de la idea general presentada.
5. Se fomenta un aprendizaje memorístico, mecánico y poco significativo y, con ello, unas relaciones débiles entre los contenidos que se estudian.
6. Se consigue una mínima generalización del aprendizaje a distintos contextos y una escasa generación de nuevas ideas.
7. No motiva a la gran mayoría de los alumnos ni despierta su curiosidad por seguir aprendiendo.

Estas características pueden ser algunas de las causas por las que los estudiantes perciben las Matemáticas como algo lejano y relacionado exclusivamente con los libros de texto, y cuya única utilidad es proporcionar los contenidos suficientes para poder aprobar el examen correspondiente. ¿No se puede hacer nada para modificar esa actitud negativa de los alumnos hacia ellas? ¿Han de suponer necesariamente un aprendizaje poco atractivo y exento de funcionalidad?

Mientras Carlos caminaba reflexionando sobre estas ideas se le acercó Alicia, una compañera de Matemáticas del

*Estas
características
pueden ser
algunas
de las causas
por las que
los estudiantes
perciben
las Matemáticas
como algo lejano
y relacionado
exclusivamente
con los libros
de texto,
y cuya única
utilidad
es proporcionar
los contenidos
suficientes
para poder
aprobar el examen
correspondiente.*

centro. A pesar del poco tiempo que hace desde que se conocen, ya se ha establecido una grata relación entre ellos. Carlos le contó sus inquietudes.

Una visión de las Matemáticas en la calle

Alicia sonrió. Le explicó que existen muchos recursos que se pueden utilizar en la enseñanza de las Matemáticas, pero es necesario elegirlos según los objetivos que se pretenden alcanzar. Por ejemplo, los suyos son conseguir una clase participativa, dinámica y motivadora, además de promover que los alumnos desarrollen un aprendizaje significativo, funcional, razonado y aplicable en diferentes contextos. Otro objetivo más es mostrar a los estudiantes que las Matemáticas no se limitan exclusivamente a los libros de texto, sino que se pueden encontrar en su entorno cotidiano: sólo hay que aprender a mirar para verlas. Alicia también comentó que, para conseguirlo, realizaba *rutas matemáticas* según el trabajo de diversos autores (por ejemplo Ashworth, Cobden y Johns, 1991; Chamoso, Rawson y Rodríguez, 2000; Davies, 1995; Escreet, 1999; Pajak, 1990; Rawson, 1990; Rawson y Chamoso, 2000; Rodríguez, Chamoso y Rawson, en prensa; Rosenthal y Ampadu, 1999).

Dicho recurso didáctico consiste en utilizar el entorno real para enseñar contenidos matemáticos. Mediante una observación exhaustiva y reflexiva del contexto cercano, ya sea paseando por una calle, comprando en el supermercado o examinando un monumento, por ejemplo, se pueden entresacar contenidos matemáticos de la realidad. De esa forma se espera que el estudiante muestre interés por tales contenidos y los aprenda de manera significativa. También se pretende que intente descubrir otras Matemáticas en su entorno, extrayendo las aplicaciones que encuentre. Este modo de enseñar Matemáticas permite que el alumno sea protagonista de

su propio aprendizaje y desarrolle hábitos de observación, análisis y reflexión sistemática de la realidad.

Alicia invitó a Carlos a caminar juntos por la calle en que se encontraban, por casualidad, en esos momentos: la Rúa Mayor salmantina. Ambos dialogaban sobre la posibilidad de extraer, de cualquier contexto real, aplicaciones didácticas para la enseñanza en el aula de contenidos matemáticos. Para comprobarlo decidieron buscar, en esa misma calle, algunas de estas aplicaciones.

Observaron el escaparate que tenían delante (foto 1). En él se podía ver un expositor de anillos. Para localizar el más grande de todos ellos debía darse una referencia numérica que lo identificase: en la tercera fila, empezando por arriba, y en la cuarta columna, desde la izquierda. Si se hubiese tomado como origen de coordenadas el vértice inferior izquierdo del expositor, solamente habría sido necesario dar el par ordenado (4, 2) para distinguir el anillo elegido. Aunque ese par sería distinto si se considerase como origen de coordenadas el vértice superior derecho. O si lo fuese el centro del rectángulo.

Existían más actividades que podía sugerir ese expositor. Si se contaban los anillos que conformaban cada una de las 4 filas se comprobaba que eran 9. Por lo tanto, el expositor estaba compuesto por 36 anillos. Pero también se podía observar que había 9 columnas y 4 anillos por columna. También de esa

*¿Y si hubiese
14 columnas?*

*¿De cuántas
formas
se podrían colocar
las 5 figuras?*

*¿Cuál es
el menor
número...?*

forma se obtenían los 36 anillos, de modo que se verificaba la propiedad conmutativa de la multiplicación de números naturales. Para comprobar su veracidad no había más que contar los anillos de ambas formas.

Además, ¡qué buen ejemplo para explicar el concepto de multiplicación! Si en vez de 9 columnas hubiese 5, ¿cuántos anillos habría? ¿Y si hubiese 14 columnas? Estamos jugando con la tabla de multiplicación del 4, que podía ser la del 9 sin más que variar el número de filas en vez de hacerlo con las columnas. Por cierto, si imaginamos cada anillo numerado de izquierda a derecha y de arriba a abajo, ¿qué tienen en común los números de una misma columna? Estábamos recordando las peculiaridades de la multiplicación por nueve.

Detrás de ese expositor se veían cinco figuras navideñas ordenadas: María, José, el Niño Jesús, la mula y el buey. ¿De cuántas formas se podrían colocar las 5 figuras? Son variaciones de esos 5 elementos pero condicionadas por el siguiente orden: el Niño Jesús siempre ha de estar en el lugar central, la mula y el buey delante, y Jesús y María detrás. También podría considerarse la posibilidad de poner a éstos dos últimos delante y a los animales detrás. ¿Qué habría pasado si hubiese también un pastorcito? ¿Y si, además, estuviesen los tres Reyes Magos?

A la derecha del escaparate se veían unos guantes. Esto hizo recordar un problema conocido: en un cajón hay 10 calcetines negros y 10 blancos, todos sueltos; si no es posible observar el color de los calcetines, ¿cuál es el menor número de éstos que hay que sacar para garantizar que, al menos, haya 2 del mismo color? Y si, en las mismas condiciones, en el cajón hubiese 6 pares de guantes rojos y 6 pares de guantes azules, ¿cuál es el menor número de guantes que habría que extraer para garantizar que se tuviesen 2 del mismo color, uno para cada mano?

Enfrente de esta tienda se encontraba otro establecimiento que mostraba varias estrellas de cinco puntas en su parte superior (foto 2). ¡Era la famosa estrella pentagonal,



Foto 1



Foto 2

símbolo de los pitagóricos, aquéllos que dieron nombre al teorema más famoso de la historia! Esta figura se obtiene al trazar las cinco diagonales de un pentágono regular. Observar la estrella pitagórica sugirió calcular cuánto mide cada uno de sus ángulos. Esto se podía saber conociendo la medida de los ángulos de un polígono regular de cinco lados, cuyo valor se obtiene dividiendo el pentágono en tres triángulos y sumando sus ángulos (la suma de los ángulos de un triángulo cualquiera es un valor conocido que se puede calcular sin más que poner los ángulos uno a continuación de otro y observando lo que ocupan). También es posible hallarlo mediante la circunferencia en la que está inscrito el pentágono (por ejemplo, tomando como centro el punto de corte de las mediatrices de los segmentos que forman sus lados). De esta manera, las puntas de la estrella estarían sobre esa circunferencia y, por tanto, para calcular el ángulo que forman bastaría con calcular la mitad del arco comprendido entre sus lados.

Por cierto, si estiramos una concreta y cualquiera de las puntas de la estrella, ésta dejará de estar sobre el pentágono y decrecerá el valor de su ángulo. Se trata de un ángulo exterior a una circunferencia cuyo valor se puede calcular sin más que hallar la semidiferencia de los arcos comprendidos por sus lados. Naturalmente, variará en cada caso. Pero también se puede encoger la punta de la estrella de forma que quede un ángulo interior de la circunferencia, que también es calculable en cada caso (sería la semisuma de los arcos comprendidos por sus lados y las prolongaciones de éstos). Hasta ahora se ha pensado en estirar o encoger una de las puntas de la estrella mientras las demás permanecen sin modificar, aunque también se podría estirar una de sus puntas de forma que todas cambien de igual modo. En este último supuesto se puede estudiar el valor de la suma total de los ángulos de la estrella de cinco puntas modificada. ¿Es el mismo que el de la estrella inicial? ¿Eso ocurre en todos los casos?

El pentágono asociado a la estrella recuerda el logotipo de una cadena de televisión de una Comunidad Autónoma española (¿por qué es regular?). Parece que los puntos de corte de sus cinco diagonales forman otro pentágono, también regular, que permiten formar una nueva estrella pentagonal. Y así sucesivamente, cuantas veces se desee. Pero, además, se observan otras peculiaridades, como que cada uno de esos puntos de corte divide a la diagonal en dos segmentos distintos, de tal manera que la razón entre la diagonal completa y el mayor de los segmentos es la misma que la de éste y el segmento menor. Es la llamada «razón áurea», la misma que se repite varias veces en la fachada de la Universidad de Salamanca. Sabiendo esto, es posible calcular el área de la estrella en función del lado del pentágono.

Contiguo a este establecimiento había una librería con un suelo formado por figuras floreadas, donde los pétalos

*¿se podría
encontrar
un rectángulo
parecido
en el que
el número
de cuadrados
del borde
fuera igual
al del interior?*

eran baldosines hexagonales (foto 3). Se observó que la primera capa estaba formada por 6 hexágonos, mientras que en la segunda había 12 (para todo ello prescindimos del hexágono central). En caso de que hubiera una tercera capa, ¿habría 18? ¿Y si hubiese cinco capas? Se trata de múltiplos de 6, es decir, de la tabla de multiplicar del 6. ¿Se puede también entender como una progresión aritmética de razón 6?



Foto 3

En la entrada de la librería había un rectángulo formado por pequeños baldosines cuadrados. La línea exterior, de color más oscuro, tenía 21 cuadrados de largo y 13 de ancho. Por tanto el borde tenía 64 cuadrados. En el interior había 209. ¿Son semejantes esos rectángulos? Más todavía: ¿se podría encontrar un rectángulo parecido en el que el número de cuadrados del borde fuera igual al del interior? ¿O los lados tendrían que tener una cierta medida?

Un poco más adelante había una tienda de fotocopias en cuya cabecera se podía leer: «Fotocopias en el acto» (foto 4). Una actividad interesante sería buscar simetrías en las letras. ¿Hay alguna que tenga más de un eje de simetría? Es necesario buscar ejes adecuados. En la



Foto 4

fotografía se pueden descubrir otras letras que también permiten estudiar su simetría (se observa que el tipo de letra utilizado para la escritura condiciona su posible simetría).

De la puerta contigua a la tienda de fotocopias se podían extraer otros conceptos matemáticos. Por ejemplo, círculos concéntricos, simetrías, traslaciones y giros. También contenía una estrella hexagonal inscrita en una circunferencia, que se encontraba repetida varias veces en el balcón de esta fachada, en distinto tamaño. Esa estrella se forma con dos triángulos equiláteros en posiciones invertidas. No es difícil calcular las medidas de sus ángulos. Si se estira una de las puntas, ¿varía la suma total de los ángulos?

Se han visto estrellas de 5 y 6 puntas que han sugerido actividades matemáticas. ¿Se podría hacer lo mismo con estrellas de 7 puntas? Podemos conseguir estrellas de 7 puntas sobre una circunferencia dividida en siete partes iguales sin más que unir los vértices de tres en tres. ¿Y con otro número de puntas? ¿Se mantiene la suma de los ángulos de las puntas en todos los casos? ¿Se podría conseguir una fórmula general para las diversas estrellas?

*Estas actividades
confirman
la utilidad que,
para el estudio de
las Matemáticas,
pueden
proporcionar
objetos
tan conocidos
y apreciados
por los alumnos
como éste.*

Avanzando un poco más a lo largo de la calle, Carlos y Alicia observaron varias bicicletas aparcadas frente a un edificio (foto 5). ¡Qué instrumento tan interesante para estudiar la circunferencia, sus componentes y medidas! Conocido el radio de una de sus ruedas se puede saber su perímetro o, lo que es lo mismo, se puede calcular el número de metros que avanza la bicicleta por cada vuelta completa que den sus ruedas. De igual manera, conocido el diámetro de su piñón y de su plato, es fácil hallar el espacio que recorre la bicicleta por cada vuelta completa de pedal (¿las vueltas que da el piñón son las mismas que las de la rueda?). Pero algunas de las bicicletas fotografiadas tenían varios platos y piñones, de tamaños diferentes, por lo que el avance será distinto según su combinación. Además, el armazón metálico permite estudiar la clasificación de ángulos en el plano, así como las posiciones relativas de dos rectas tanto en el plano como en el espacio. Sabiendo los diámetros de los platos y piñones de cada bicicleta se puede calcular su avance con cada combinación. Estas actividades confirman la utilidad que, para el estudio de las Matemáticas, pueden proporcionar objetos tan conocidos y apreciados por los alumnos como éste.



Foto 5

Continuando el paseo vieron a una persona que salía de un bloque de viviendas (foto 6). Es muy probable que no se diera cuenta de que la puerta que acababa de abrir podía servir, entre otras cosas, para demostrar el Teorema de Pitágoras en el caso particular de un triángulo rectángulo isósceles. No es difícil comprobar que ese triángulo es rectángulo ya que sus catetos coinciden con las semi-diagonales de un cuadrado y su hipotenusa es uno de los lados de éste. Ambas diagonales dividen al cuadrado en cuatro partes iguales y, como la suma de los ángulos de todo cuadrado es 360° , cada parte forma un ángulo recto. La demostración del Teorema de Pitágoras se puede hacer considerando uno de los triángulos más pequeños

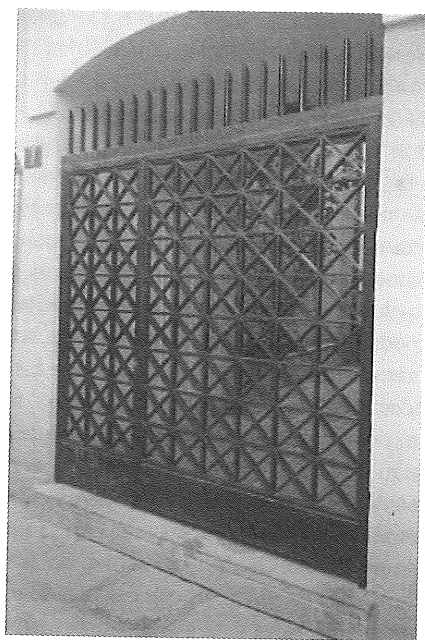


Foto 6

que se observan en la fotografía y comprobando que el área del cuadrado cuyo lado es la hipotenusa (exactamente, el formado por 4 triángulos) es lo mismo que la suma de las áreas de los dos cuadrados (uno por cateto) que tienen por lado cada cateto del mismo triángulo (un cuadrado formado por dos triángulos en cada caso). Este teorema también se puede comprobar utilizando cualquier triángulo rectángulo más grande de esa misma puerta, sin más que contar el número de triángulos. Y esa puerta puede servir para otras muchas actividades matemáticas.

En un techo de la Casa de las Conchas se veía un mosaico formado por diversas piezas enlazadas unas con otras

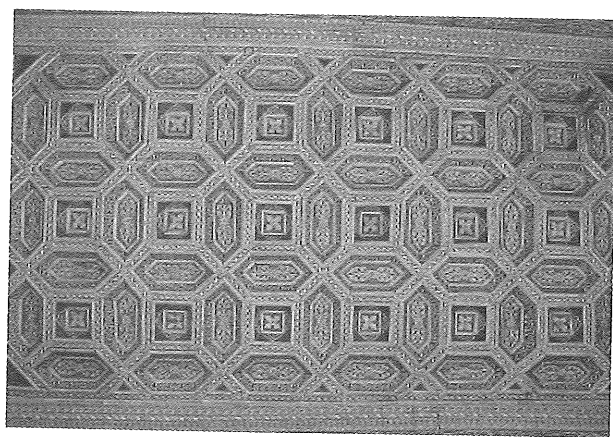


Foto 7

Este teorema también se puede comprobar utilizando cualquier triángulo rectángulo más grande de esa misma puerta, sin más que contar el número de triángulos.

(foto 7). Si se observa una única fila, se puede comprobar que se necesitan 4 piezas para formar una figura, 7 piezas para dos, 10 para tres y así sucesivamente. De ahí se puede obtener un patrón. ¿Cuántas piezas serán necesarias para formar diez figuras enlazadas de una misma fila? ¿Y para otro número de figuras?

Únicamente se ha utilizado una fila, pero también se podían haber considerado dos filas de figuras. Si así fuese, sólo habría que fijarse en las figuras de dos en dos. De esta manera, para confeccionar 2 figuras necesitaríamos 7 piezas, para formar 4 harían falta 12 y así sucesivamente. ¿Qué ocurriría si se consideraran 3 filas de forma similar? ¿Y si se tuvieran en cuenta dos filas pero con diferente número de figuras cada una de ellas? De esta forma se obtendrían multitud de sucesiones cuyo término general variaría en cada caso.

Casi al final de la calle vieron una fachada con varios balcones, pertenecientes a las tres plantas de un edificio (foto 8). Se observó que dicha balconada podía servir para trabajar las fracciones: 7 de los 12 balcones que componían la fachada tenían las persianas bajadas, es decir, siete doceavos. Pero si en vez de fijarnos en los 12 balcones sólo consideramos los 8 de las dos primeras alturas, la proporción de balcones con las persianas bajadas cambia. También se pueden considerar fracciones equiva-



Foto 8

lentes sin más que fijarse en las persianas bajadas de la primera y tercera planta: son $4/8$ o $1/2$ según se considere el número de ventanas o toda la planta completa.

Al llegar a este punto, Carlos se encontraba mucho más animado. Habían surgido actividades muy diversas y de niveles muy diferentes: geométricas, numéricas, de medida, estadísticas... Agradeció a su compañera sus sugerencias y su estímulo, y mostró interés en repetir la experiencia para seguir dialogando acerca de esta forma de ver las Matemáticas. Por fin, ambos compañeros se despidieron.

Una visión de la experiencia

Carlos nunca había hablado sobre Matemáticas como lo hizo en este paseo, ni las había percibido de una forma tan directa y real. La verdad es que le causó una buena sensación. De toda la ruta matemática, lo que más le llamó la atención fue el enriquecedor diálogo que mantuvo con su compañera durante el recorrido. Pensó acerca de la posibilidad de trabajar las Matemáticas en sus clases de esta manera. Por ejemplo, podría llevar fotografías o vídeos que sugirieran actividades matemáticas para analizarlos con sus alumnos. Le gustaría descubrir su reacción ante esas actividades, es decir, cómo encajarían la idea, cómo se organizarían para adaptarla y cómo dialogarían entre ellos. Quizás esto les ayudaría a aprender mejor. Este material, por su carácter cercano, podría ofrecer un conocimiento más concreto sobre los diversos contenidos.

De igual manera, también consideró la posibilidad de organizar rutas matemáticas con sus estudiantes para estudiar diferentes conocimientos matemáticos fuera del aula, en la propia realidad. Podría aprovechar estas salidas para introducir nuevos contenidos gracias a la variedad de recursos que proporciona el entorno. También podría servir

*Inicialmente
podría resultar
difícil
descubrir
Matemáticas
en el entorno, pero
esta capacidad
se desarrollaría
progresivamente
con la práctica.*

para que afianzaran aprendizajes ya adquiridos y, por tanto, favorecer su generalización a diferentes contextos y realidades. Si esto fuera posible, la estrategia de enseñar y aprender Matemáticas utilizando el entorno real más inmediato se convertiría en un recurso pedagógico de gran interés que los docentes deberían considerar. Los estudiantes dispondrían de múltiples ejemplos sobre la realidad para un mismo contenido, primeramente ofrecidos por su profesor y, después, descubiertos por ellos mismos. Así se facilitaría su comprensión y su aplicación de diferentes maneras, y se incrementaría su interés y motivación.

Este planteamiento llevó a Carlos a especular que, para que esa forma de trabajar con los alumnos fuese realmente productiva, debería ir acompañada de un trabajo previo y otro posterior en el aula. Sería necesario profundizar en el aprendizaje derivado de estas actividades a través del análisis, el razonamiento y la reflexión posterior. Además, el docente debería planificar cuidadosamente sus salidas. En primer lugar, tendría que decidir el recorrido: una calle, un supermercado o el propio recinto escolar. También sería importante tener claramente fijado el objetivo de la ruta para lo cual, en esos momentos, consideraba tres posibilidades: observar algunos detalles concretados de antemano, buscar aspectos relacionados con un tema o considerar válido cualquier contenido matemático. Todas estas decisiones concretas que el profesor tendría que tomar estarían condicionadas por dos aspectos básicos: el desarrollo evolutivo de los alumnos y su nivel de conocimientos previos. Según fueran las características de ambos condicionantes, así sería la complejidad de los contenidos que se trataría de estudiar (Rawson, 1990; Rawson y Chamoso, 2000).

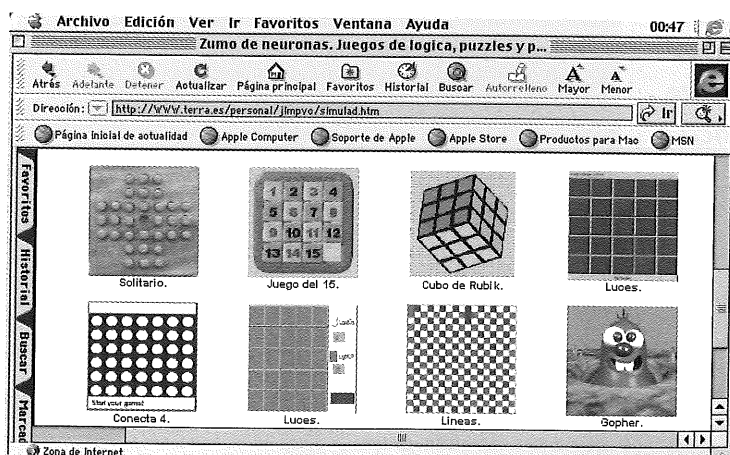
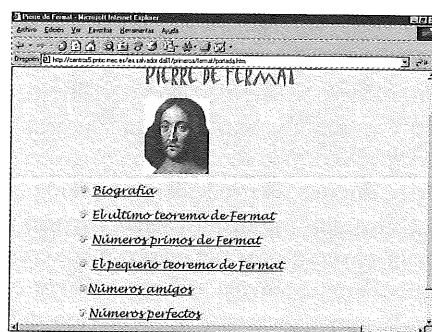
Pero, durante esta reflexión, una duda le vino a la mente a Carlos: ¿los estudiantes serían capaces de extraer aplicaciones matemáticas del entorno? Era consciente de la dificultad que entrañaba ese proceso. Por este motivo pensó en la importancia que la mediación del profesor tendría para el éxito de una actividad de estas características. Su trabajo debería consistir principalmente en sugerir ejemplos y orientar las observaciones de los alumnos. El valor de esa mediación sería mayor cuanto menos habituados estuviesen los estudiantes a esta dinámica de trabajo. Inicialmente podría resultar difícil descubrir Matemáticas en el entorno, pero esta capacidad se desarrollaría progresivamente con la práctica.

Al mismo tiempo, Carlos imaginaba las posibilidades de esa metodología para promover aprendizajes grupales entre sus alumnos. Si las actividades anteriores se hicieran en equipos de trabajo, se estaría desarrollando una dinámica de aprendizaje cooperativo que favorecería un continuo intercambio de ideas y razonamientos entre los componentes de cada grupo.

Conclusiones

La enseñanza de las Matemáticas se puede realizar de formas muy diferentes dependiendo de múltiples factores: por ejemplo, de los objetivos de la enseñanza, del grado de implicación docente, de la formación de éste y de sus deseos de innovar. Tradicionalmente las Matemáticas se han concebido como un objeto definido que hay que dominar. En cambio, en la actualidad se entienden más como una forma de pensamiento abierta, con margen a la creatividad, y respetando el ritmo y la autonomía de cada persona. Parece que, de esta última manera, se estimula la imaginación y el razonamiento propio, y se permite la multiplicidad de ideas. Es decir, se considera que no existe sólo una realidad ni un único camino para resolver los problemas.

No se puede olvidar que un trabajo en ese sentido exige un gran esfuerzo del profesor, que actúa como mediador entre el alumno y su aprendizaje pero dejando al primero el protagonismo del mismo. Para ello, parece adecuado que el aprendizaje se realice desde diversos contextos y compaginando diferentes recursos didácticos, con el fin de que sea más significativo, funcional y duradero. Quizás haya que tener en cuenta el entorno para la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas y, de esa forma, se pueda mejorar la actitud de los estudiantes hacia las mismas.



Referencias bibliográficas

- ASHWORTH, F., D. COBDEN y J. JOHNS (1991): «Maths Trailing in Dorset», *Mathematics in School*, n.º 20, 1, 2-7.
- CHAMOSO, J.M.^a, W.B. RAWSON y M. RODRÍGUEZ, (2000): «Conocimiento de Toro, utilizando sus cifras en el aula de Matemáticas», *Aula*, n.º 9/1997, 421-436.
- DAVIES, L. (1995): «Starting Points from Mathematics Trails», *Mathematics in School*, n.º 24, 1, 9-11.
- ESCREET, C. (1999): «The maths and science fun trail at Appleby Castle», *School Science Review*, n.º 80, 293, 102-108.
- PAJAK, J. (1990): «The Stamford Mathematics Trial», *Mathematics in School*, n.º 19, 1, 36-38.
- RAWSON, W.B. (1990): «Trails on Trial», *Mathematics in School*, marzo 1990.
- RAWSON, W.B., y J.M.^a CHAMOSO (2000): «Ruta Matemática en Toro», *Actas V Seminario Regional Castellano-Leonés de Educación Matemática*, sept. 98, Toro, 259-271.
- RODRÍGUEZ, M., J. M.^a CHAMOSO y W. B. RAWSON (2002): «Tres profesores de Matemáticas en el supermercado», *Suma*, n.º 39, 83-93.
- ROSENTHAL, M. M., y C. K. AMPADU, (1999): «Making Mathematics Real: The Boston Math Trail», *Mathematics Teaching in the Middle School*, n.º 5, 3, 140-147.

José María Chamoso
Facultad de Educación
Universidad de Salamanca
Sociedad Castellano-Leonesa
de Profesores de Matemáticas

Luis M. Mulas
Fundación Vicente y García
Coreselas
Universidad de Salamanca

William B. Rawson
School of Education
University of Exeter

Mercedes Rodríguez
EU Magisterio. Zamora
Universidad de Salamanca
Sociedad Castellano-Leonesa
de Profesores de Matemáticas

