

## La labor docente del profesor de matemáticas

A. ARANDA

Departamento de Álgebra. Universidad de Sevilla

aranda@us.es

Entre las misiones que la sociedad encomienda a la Universidad ocupa un lugar destacado, junto con la investigación, la formación de los estudiantes, la preparación de los jóvenes que asumirán en un futuro inmediato complejas responsabilidades profesionales. Es indudable que una formación de calidad necesita un planteamiento global de la educación, desde las primeras etapas hasta la Universidad. Por lo que respecta a los primeros cursos de la Licenciatura en Matemáticas, tenemos que prestar atención a la etapa que va desde el Bachillerato a los estudios universitarios y, muy especialmente, a la transición entre ambos niveles.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje intervienen una serie de factores que vamos a tratar de ir exponiendo a lo largo de estas notas. A modo de resumen podríamos citar: las ventajas e inconvenientes del modelo axiomático-deductivo en la enseñanza, la intuición y el rigor, el papel de la Historia en el proceso educativo, objetivos, metodología, motivación, evaluación, etc. En definitiva, se trata de analizar qué se enseña, para qué se enseña y cómo se enseña.

### El método axiomático-deductivo

Como sabemos, el modelo axiomático-deductivo consiste en construir una teoría estableciendo un sistema de postulados o axiomas y deduciendo o demostrando a partir de ellos las propiedades o teoremas que constituyen la propia teoría. Las matemáticas se han venido exponiendo bajo este modelo desde la antigüedad griega, siendo los *Elementos* de Euclides el ejemplo paradigmático, aunque su uso en la enseñanza ha sido más reciente. De hecho, la culminación del proceso se produce a mediados del siglo XX con Bourbaki.

Entre las ventajas de la utilización de este modelo en la enseñanza podríamos destacar las siguientes:

1. Al presentar la teoría como un edificio perfectamente construido se consigue una mejor visión estructural de la misma.
2. Con la presentación estructurada de la teoría se consigue una notable simplificación y economía de notaciones y símbolos.
3. Optimización de la relación contenidos expuestos-tiempo empleado”, hecho que se hace casi imprescindible en la explicación de algunos programas.
4. Posibilidad de transmitir la teoría a un mayor número de alumnos, incidiendo así en la problemática de la relación numérica profesor-alumno.

Entre los inconvenientes cabe señalar:

1. La diferencia entre la forma en que se genera una teoría, a partir de un problema concreto al que hay que dar solución, y la forma de presentarla, desapareciendo incluso, a veces, el problema que la generó, lo que puede provocar falta de motivación en el alumno.
2. La típica secuencia axioma-definición-lema-teorema-coroario puede crear dificultad para distinguir los aspectos esenciales de los accesorios; por ejemplo, poner excesivo énfasis en las demostraciones puede hacer creer que la demostración es más importante que el propio teorema.
3. Efectos negativos sobre la creatividad del alumno que, al ver la teoría completamente elaborada, puede minusvalorar el papel de la intuición en el quehacer matemático.

Por supuesto, todas estas ventajas e inconvenientes son absolutamente discutibles y sólo la reflexión y la práctica, unidas a las circunstancias de cada situación, nos permitirán elegir el camino adecuado.

## **El rigor y la intuición**

Es bien sabido que el rigor es una herramienta necesaria para el matemático, pero es importante no sobrevalorar su importancia y saber en qué momento debe hacerse presente. Los procesos matemáticos, como los procesos científicos en general, atraviesan dos etapas: en primer lugar hay una fase "intuitiva" en la que se busca, se imagina, se conjetura sobre cuál puede ser la solución del problema. En esta etapa se puede actuar sin rigor, es más, a veces el rigor puede ser contraproducente. En segundo lugar está la fase "demostrativa" en la que, por métodos rigurosos, hay que probar que la solución encontrada es verdaderamente la solución del problema. Aquí es donde el rigor se hace imprescindible.

Así pues, el rigor hace su aparición al final del camino y esta circunstancia debemos tenerla en cuenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje para no

cargar al alumno con un excesivo rigor desde el principio, sino que, por el contrario, debemos fomentar su creatividad, desarrollando la intuición y haciéndole perder el miedo a hacer propuestas que después puedan resultar falsas.

## La Historia de las Matemáticas en el proceso educativo

Aclaremos, ante todo, que no se trata aquí de establecer una asignatura sobre Historia de las Matemáticas, que, por otra parte y desde nuestro punto de vista, creemos necesaria en el Plan de Estudios de cualquier Facultad de Matemáticas, sino más bien una propuesta de integrar la historia dentro del sistema lógico-deductivo que se usa en la enseñanza de las Matemáticas.

Las razones por las que creemos que esta integración puede ser positiva se resumen fácilmente:

1. Recuperación de los orígenes de las teorías, generando interés en conocer los problemas que fueron el motor de las mismas.
2. Intercalando apuntes históricos, anécdotas y comentarios de la biografía de los matemáticos que desarrollaron la teoría se puede hacer más humana y menos árida la fría cadena deductiva.
3. La Historia siempre nos dará una visión más cercana de cuáles han sido los aspectos más importantes de una teoría, y cuáles son aquellos otros que han resultado después interesantes para la propia Matemática y para otras disciplinas.
4. La necesidad de adoptar notaciones y lenguajes matemáticos precisos encuentra en la Historia cantidad de ejemplos que la justifican y ponen de manifiesto cuándo ha hecho falta el rigor para resolver problemas fundamentales.

Estas razones constituyen también una guía para poner en práctica un uso de la Historia como herramienta pedagógica, pero ha de ser

el profesor quien busque en cada momento el hecho histórico apropiado para conseguir en sus clases el efecto deseado.

## Las clases y las tutorías

El marco fundamental en el que se desarrolla la labor docente es la clase y la tutoría. Ya hemos hablado de la importancia que tiene un adecuado equilibrio entre rigor e intuición y es en la clase donde hay que conseguirlo. En las asignaturas del perfil que estamos tratando se pone especial énfasis en la resolución de problemas, y es en las clases prácticas donde mejor se puede conducir al alumno por el camino de la intuición y de la creación. Para lograrlo creemos que no se debe explicar un problema como si se tratara de la

demostración de un teorema, sino que se debe transmitir el proceso que se ha seguido para encontrar la solución: comprensión clara del enunciado, problemas análogos, cálculos previos, dibujos, caminos erróneos, etc.

Se deberán proponer ejercicios ordenados por dificultad y dejar que los alumnos traten de resolverlos. Es conveniente dedicar un tiempo a esta tarea con la presencia del profesor en clase, animando a la consulta en voz alta y a posibles propuestas de solución por parte de compañeros.

Aunque centremos nuestra atención en la resolución de problemas debemos hacer ver a los alumnos que los problemas no se resuelven si no se conocen los resultados teóricos que se han obtenido en las clases de teoría. En éstas es importante comenzar siempre con una introducción al tema que se va a explicar, algún apunte histórico, conocimientos previos, relación con lo visto anteriormente, etc. En el orden práctico, y dado que nuestra herramienta de trabajo es la pizarra, es conveniente dividirla de modo que pueda escribirse, por un lado, las definiciones, teoremas y demás proposiciones que constituyen la teoría, aspecto formal de la explicación, y, por otro, las pruebas, los intentos de demostración, dibujos, búsqueda de soluciones, etc. De esta manera se transmite al alumno la dualidad intuición-rigor de la que hemos hablado ampliamente.

Si bien la pizarra es nuestra herramienta de trabajo habitual, los medios audiovisuales e informáticos pueden jugar un importante papel en la clase. El uso de programas como Derive o Maple pueden facilitar el trabajo en Álgebra, y programas de Geometría dinámica, como Cabri, entre otros, permiten apuntar soluciones a problemas geométricos, que luego pueden ser objeto de análisis más profundo. Por supuesto, estos programas se hacen necesarios en la formación de los futuros profesores de Enseñanza Secundaria.

Por lo que respecta a las tutorías, creemos que deben ser contempladas bajo dos puntos de vista. De un lado, puede entenderse como la acción orientadora de un profesor sobre un reducido número de alumnos, para hacer un seguimiento de su rendimiento a lo largo del curso, recoger sugerencias, detectar problemas, etc. En este sentido ha habido en los cursos 2001-02 y 2002-03 una experiencia con alumnos de Primer Curso de la Facultad, en la que ha participado el autor, y que ha sido valorada positivamente, si bien se considera insuficiente con vistas al futuro.

Por otro lado, entendemos la tutoría como lugar de encuentro del alumno con el profesor para resolver dudas de teoría, orientar en la resolución de problemas, seleccionar bibliografía, iniciar y dirigir trabajos, etc. Siendo esta la forma de tutoría que habitualmente se ofrece a los alumnos, debemos potenciarla y fomentar en ellos la costumbre de consultar desde el principio de curso y no sólo cuando la cercanía de los exámenes se lo exige.

## La evaluación

La evaluación es la continuación natural del proceso de enseñanza-aprendizaje y no debemos entenderla como un trámite académico o administrativo, sino como una componente más unida a la programación y a la metodología. En efecto, podemos distinguir dos aspectos de la evaluación que, aunque diferentes, se complementan perfectamente. Por un lado, la evaluación de los conocimientos adquiridos por los alumnos nos permite hacer una valoración y emitir una calificación. Este objetivo se consigue tradicionalmente con pruebas y exámenes, pero creemos que, de alguna manera, hay que tender a que el peso de la nota final de un alumno no recaiga exclusivamente en el examen. Este factor negativo se agrava aún más cuando las asignaturas son cuatrimestrales y, sobre todo, en los primeros cursos de la Licenciatura. Por eso, se estudian fórmulas que nos permitan diversificar la información sobre cada alumno, como pruebas intermedias, exposición de problemas en clase, presentación de trabajos, labor tutorial, etc.

El segundo aspecto de la evaluación nos afecta a nosotros como docentes, ya que la información que se obtiene de ella nos puede ayudar a valorar nuestro trabajo y a realizar las oportunas modificaciones y correcciones metodológicas.

## Conclusión

Creemos que en estas notas se apuntan, quizás demasiado esquemáticamente, algunas pautas a seguir para realizar una labor docente de calidad, acercándonos al alumno, haciéndole partícipe de la belleza que encierran las Matemáticas, ayudándole en sus primeros pasos universitarios, preparándolo para afrontar estudios superiores, etc., etc.

