

CAPÍTULO 4

EL MODELO DE ENSEÑANZA

Daughter: Daddy, Why don't you use the other three-quarters of your brain?

Father: Oh, yes—that—you see the trouble is that I had schoolteachers too. And they filled up about a quarter of my brain with fog. And then I read newspapers and listened what other people said, and that filled up another quarter with fog.

D.: And the other quarter, Daddy?

F. Oh—that's fog that I made for myself when I was trying to think.

G. Bateson

4.1. MODOS DE ENSEÑAR A RESOLVER PROBLEMAS.

En este capítulo, presentaremos un esquema general y algunas características del curso de resolución de problemas en cuyo ámbito se desarrolló este trabajo. Kilpatrick (1985) agrupó los enfoques de los últimos tiempos sobre cómo enseñar a resolver problemas en cinco categorías, a las que les puso los nombres de *ósmosis*, *memorización*, *imitación*, *cooperación* y *reflexión*. Usaremos estos sonoros términos de Kilpatrick para introducir nuestra discusión y señalar que los cursos que se encuentran descritos en la bibliografía suelen tener rasgos de más de una de estas categorías. En el apartado siguiente, veremos que en nuestro modelo pueden verse rasgos de todas ellas, reinterpretados en función del tipo de descripción que hemos adoptado de nuestro modelo teórico local, del que el modelo de enseñanza es un componente.

Los cursos en los que se enseña a resolver problemas por *ósmosis* están basados en la idea de que la forma fundamental de aprender a resolver problemas es resolver (muchos) problemas y que, al resolverlos, se aprenden las técnicas, los métodos o las herramientas heurísticas que están implícitas en ellos. La organización de la enseñanza consiste entonces básicamente en la elaboración de una colección de problemas que contenga implícitamente lo que se quiere enseñar y en el establecimiento de una secuencia adecuada de presentación a los alumnos. Lester (1985) señaló que uno de los pocos resultados que están claros de la investigación sobre instrucción en resolución de problemas es que hacer muchos problemas a lo largo de mucho tiempo es esencial¹, como él mismo también ha constatado (Lester, 1980, 1983).

¹ Lester afirma esto con un cierto pesar, ya que él ha estado desarrollando investigaciones sobre la instrucción en resolución de problemas cuyo énfasis estaba puesto en hacer que los alumnos desarrollaran un buen gestor del proceso y llegaran a ser conscientes de sus propios procesos cognitivos.

Los cursos que Kilpatrick coloca en la categoría que llama “memorización” tienen su precedente en los enfoques de enseñanza influidos por los análisis jerárquicos de las tareas de aprendizaje, en los que la solución de un problema se descompone en procedimientos atómicos, que se enseñan uno a uno. Ahora bien, este enfoque también está presente en planteamientos no tan tradicionales, que pretenden enseñar “heurística”. En ellos, lo que se llaman “heurísticas” —ya sean herramientas heurísticas u otra cosa, en nuestra terminología— se tratan como procedimientos perfectamente determinados que hay que seguir paso a paso, es decir, en cierta manera se algoritmiza la heurística, y se enseñan explícitamente los algoritmos obtenidos. Así descrita, esta categoría de cursos parece haber sido reservada por Kilpatrick para colocar los cursos de resolución de problemas en los que la heurística no tiene cabida o es pervertida. Podemos, sin embargo, extenderla más allá de sus intenciones incluyendo todos los cursos en los cuales se enseña heurística de forma explícita. De este estilo es el curso que sirvió de base a Schoenfeld para una de sus primeras investigaciones, que precisamente se titula, *Explicit Heuristic Training as a Variable in Problem Solving Performance* (Schoenfeld, 1979). En estos cursos, los problemas se eligen de modo que la aplicación a ellos de una herramienta heurística concreta funcione como paradigma tanto del modo de funcionamiento de la herramienta heurística en cuestión (o de uno de sus modos de funcionamiento), como de los rasgos del problema que inducen a pensar en el uso de tal herramienta heurística.

El centro de un curso es la *imitación* cuando se sitúa a los alumnos en presencia de un modelo de resolutor competente y se enseña de alguna manera a analizar esa conducta competente y a compararla con conductas propias o ajenas. Para ello, es necesario que lo que se presente a los alumnos no sea la solución realizada por un resolutor competente, sino el conjunto del proceso de resolución. En el curso que describe Schoenfeld en *Problem Solving in the Mathematics Curriculum: A Report, Recommendations and an Annotated Bibliography* (Schoenfeld, 1983a), una de las funciones que se atribuye al profesor es precisamente la de actuar como modelo de resolutor de tres maneras distintas: recorriendo el proceso de resolución de un problema paso a paso, incluso si ya se conoce la solución o el resultado; embarcándose en procesos de resolución a partir de ideas propuestas por los alumnos, y resolviendo problemas cuya solución no se ha preparado previamente.

Los cursos en los que la *cooperación* desempeña un papel importante tienen la característica de que los alumnos no tienen que ser capaces simplemente de observar y analizar conductas competentes para (intentar) imitarlas, sino que tienen que ser capaces de observar y analizar también las conductas de sus pares, para cooperar con ellos. Polya describe someramente en *Mathematical Discovery* un seminario de resolución de problemas para profesores impartido por él, en el que una parte del trabajo, pero sólo una parte, era de este estilo (Polya, 1962, págs. 210-211).

Finalmente, se considera que la *reflexión* ha de desempeñar un papel importante en un curso de resolución de problemas a partir del momento en que en las investigaciones sobre la actuación de los resolutores se introduce como un elemento explicativo del fracaso la mala gestión o la carencia de control del proceso y otros factores de tipo metacognitivo. Ya hemos relatado en el capítulo 3 que la introducción de este tipo de elementos en un modelo de actuación fue una de las cosas que hizo

Schoenfeld. El propio Schoenfeld explica, en un texto titulado *What's All the Fuss about Metacognition?*, cómo incorpora él esos elementos a la instrucción. Una primera técnica es la proyección en clase de vídeos de sesiones de resolución de problemas para observarlos y analizarlos, la segunda, la propia actividad desplegada por el profesor como modelo de reflexión sobre sus propios procesos cognitivos y el desarrollo del proceso de resolución; la tercera, la discusión de problemas con el conjunto de la clase, con el profesor actuando como controlador, y, finalmente, la cuarta, la resolución de problemas en pequeños grupos acompañada con una guía para su propio control consistente en una lista² de tres preguntas generales de gestión (Schoenfeld, 1987b). En otros trabajos con alumnos más jóvenes, ese componente metacognitivo también se ha introducido en la instrucción haciendo que el profesor actúe como un gestor externo del proceso de resolución de los alumnos, además de actuar como modelo y animar la actividad metacognitiva de los alumnos acogiéndola como parte de lo que el profesor espera; es el caso del trabajo con alumnos de sexto grado de Garofalo, Kroll y Lester (1987).

4.2. DESCRIPCIÓN GLOBAL DEL CURSO: EL ESQUEMA ETAPAS-ESTADOS.

En los ejemplos que hemos ido hilando en el apartado anterior sobre los cinco tipos de organización de la instrucción determinados por Kilpatrick ya hemos podido ver que, sobre todo a partir del tercero, aparecen rasgos de más de uno de los tipos. Esto también puede verse cuando lo que se examina es la organización secuencial de un curso. Así, LeBlanc (1982) describe un curso para la formación de profesores de enseñanza primaria dividiéndolo en cuatro fases: resolver problemas (de varias maneras y reflexionando sobre las herramientas heurísticas implícitas); resolver problemas teniendo presente que el proceso recorre las cuatro fases de Polya (poniendo el énfasis en técnicas para la fase de *comprensión* y en no olvidar la cuarta fase, en sus dos sentidos de *revisión* y *extensión*); observar a alumnos de primaria resolviendo problemas; compilar una lista de problemas para usar en la instrucción a los alumnos de primaria. El recorrido del alumno del curso de LeBlanc por esas fases le lleva desde un primer momento en que el alumno ha de comportarse como resolutor de problemas, hasta un último momento en que lo que se le pide es ya una de las tareas de un profesor.

En nuestro modelo de enseñanza, la secuencia de instrucción está organizada en etapas, que hemos caracterizado por la incorporación de nuevos estados del alumno, que se añaden a los anteriores aumentando las dimensiones con que éste ha de abordar las tareas que se le plantean: es lo que llamamos el esquema etapas-estados. Estas etapas, y los estados correspondientes a cada una, son:

1. resolutor
2. resolutor / observador de sí mismo (resolutor consciente)
3. resolutor / observador

² Las preguntas de esa lista ya las hemos citado en 3.6, donde también hemos explicado las limitaciones de ese “gestor con tareas de carácter general”.

4. resolutor / observador / investigador

5. observador / investigador / profesor.

En 1, se considera al alumno como resolutor, de forma similar a como se hace en los cursos en que se pretende que el aprendizaje se realice por ósmosis; en 2, el alumno ha de considerarse también como observador del proceso de resolución desarrollado por él mismo, y, en 3, como observador del proceso desarrollado por otros alumnos y por el profesor, que actúa como modelo.

En 4, se enseña por primera vez de forma explícita los elementos del modelo de competencia, en particular, las herramientas heurísticas; entonces el alumno en tanto resolutor ya no aprende por ósmosis, pero, además, gracias a la introducción de elementos de la teoría, la observación ya no es ingenua sino organizada por ésta, con lo que puede considerarse al alumno en el estado de *investigador* del proceso de resolución; finalmente, en 5, se abandona el estado de resolutor y se introduce el de profesor.

4.3. LAS TAREAS, LOS PROBLEMAS Y EL PROFESOR.

En este apartado, describiremos someramente el tipo de tareas que planteamos en las cuatro primeras etapas, dejando sin tratar las propias del estado de profesor. El esquema etapas-estados presenta un corte importante desde el punto de vista del tipo de tareas que se plantean a los alumnos en la etapa 4, ya que en ella se introduce la instrucción explícita en los elementos del modelo de competencia. Las tres primeras etapas más que recorrerse secuencialmente de forma organizada por la acción explícita del profesor, se presentan como consecuencia de la asunción por parte de los alumnos del estado de observador de sí mismo y de otros, como consecuencia de las tareas propuestas, que, desde el principio persiguen que estos estados se presenten.

Esas tareas iniciales son:

- resolver un problema de varias maneras;
- plantear posibles formas de solución (sin llevarlas a cabo);
- tras resolver el problema planteado, enunciar problemas que estén resueltos en parte o se tenga idea de cómo resolverlos, gracias a la resolución del problema planteado;
- variar sistemáticamente un problema, para generar otros;
- describir por escrito el proceso de resolución y no sólo la solución.

Estas tareas se acompañan del énfasis por parte del profesor en el uso de destrezas con potencial heurístico como *ser sistemático*, *hacer una tabla* y *utilizar una notación adecuada*, tanto actuando reiteradamente como modelo de ello, como instando a los alumnos a seguir el ejemplo.

La elaboración del modelo de enseñanza ha de realizarse de forma que se traten todos los elementos del modelo de competencia, ya que ése es el objetivo de la enseñanza. En particular, ha de abordarse de alguna manera la concepción de la naturaleza de la tarea de resolver problemas. Ahora bien, la concepción que los alumnos tengan al comenzar el curso es el producto de las prácticas escolares en las que han estado inmersos ya muchos años, por lo que no cabe pretender enseñar

explícitamente la concepción propia del modelo de competencia. Sólo cabe proponer un conjunto de prácticas que, aunque sea en el ámbito restringido de este curso, esté en sintonía con ella.

Los rasgos básicos de dicha concepción que nos importan para la presente discusión tienen que ver, por un lado, con el fin del proceso de resolución y, por otro, con los medios que se usan para alcanzarlo. El fin, en su doble sentido de término y finalidad, no es la obtención del resultado del problema: en efecto, la finalidad de la resolución de un problema es epistémica, es decir, lo que el sujeto competente pretende al embarcarse en la resolución de un problema es aumentar sus conocimientos de matemáticas, y, entonces, el término del proceso de resolución no se identifica con el momento de obtención del resultado, ya que éste puede prolongarse siempre que el resolutor vea que sus posibilidades de aprender de la situación aún no las ha agotado. Los medios, por su parte, no han de limitarse a los métodos que garantizan la obtención del resultado, los algoritmos o las técnicas que permiten ejecutar automáticamente las transformaciones necesarias o los procedimientos propios de clases particulares de problemas, sino que han de incluir sugerencias heurísticas y herramientas heurísticas, por lo que éstas han de considerarse instrumentos de uso legítimo en el proceso de resolución. Las tareas que acabamos de enumerar inciden fundamentalmente en la concepción sobre el fin del proceso de resolución³ y, de forma más implícita, sobre la legitimación de la heurística. En efecto, la legitimación en la escuela de la heurística exige la transformación de lo heurístico implícito o “subjetivo” en heurístico objetivado en una teoría. Para ello, es preciso transformar la heurística en materia de enseñanza y organizar su enseñanza explícita: eso es lo que se aborda en el curso en su cuarta etapa.

Las tareas correspondientes a esa cuarta etapa, en que se consideran los estados de resolutor, observador e investigador, son:

- estudio sistemático de herramientas heurísticas y métodos de resolución con contenido heurístico y los espacios de problemas asociados (también sugerencias heurísticas, destrezas con potencial heurístico y tareas del gestor instruido);
- resolver problemas usando una herramienta heurística determinada;
- usar herramientas heurísticas para generar planes de resolución;
- usar herramientas heurísticas para enunciar problemas que estén resueltos en parte o se tenga idea de cómo resolverlos, gracias a la resolución del problema planteado y la herramienta heurística que se usa para generarlos⁴;

³ El nombre de *revisión-extensión*, que hemos dado a la cuarta fase del modelo de Polya, está relacionado con esta concepción del fin del proceso. Gran parte de las tareas que hemos enumerado constituyen una instrucción sistemática en la práctica de la cuarta fase.

⁴ La práctica de la fase de *revisión-extensión* se enriquece en esta etapa del curso gracias al procedimiento sistemático de extensión que proporciona la generación de nuevos problemas una vez resuelto el problema original, mediante la aplicación de herramientas heurísticas. El conocimiento de los efectos del uso de la herramienta heurística que se está usando para generar problemas —ahora con fines epistémicos— permite

- describir el proceso de resolución usando los elementos teóricos pertinentes para ello.

Brown mantiene que un ingrediente esencial de los cursos de resolución de problemas para profesores en ejercicio o en formación es que los profesores puedan tener una experiencia similar de resolución a la que cabe esperar que tengan sus alumnos. Un modelo popular para intentarlo es plantear a los profesores no los problemas que ellos tendrán que plantear a sus alumnos, sino problemas cuya dificultad para ellos sea similar a la que aquellos problemas tendrán para sus alumnos (Brown, 1985, págs. 10-11). Siguiendo este principio en cuanto al grado de dificultad, los problemas que usamos nosotros en esas tareas se pueden caracterizar por los siguientes rasgos:

- no requieren grandes conocimientos para ser abordados;
- no son pasatiempos, sino problemas de contenido matemático sustantivo;
- tienen potencial heurístico.

Este último rasgo exige realizar un *análisis del potencial heurístico* de los problemas para usarlos en la instrucción. No vamos a presentar en este capítulo ningún problema analizado desde este punto de vista; en el apartado 5.4.2.1 hay un apunte de este tipo de análisis de los problemas, prolongando el análisis que se realiza en ese apartado, que como no tiene fines de instrucción adopta otro estilo.

La diversidad de las tareas que acabamos de señalar, así como la naturaleza también diversa de los elementos del modelo de competencia, hacen que la actuación del profesor no pueda ser uniforme. Sólo señalaremos que, ante alumnos en estado de resolutores, el profesor actúa como sugeridor heurístico y gestor instruido, esto es, supliendo las acciones propias de dos elementos del modelo de competencia.

además saber la relación entre esos nuevos problemas y el resultado o la solución del problema original ya obtenidos.