

Cristina MORAL SANTAELLA



**Modelo de resolución de problemas aplicado al estudio de los  
procesos de pensamiento del profesor en la enseñanza**

Separata de *REVISTA DE CIENCIAS DE LA EDUCACION*  
*ORGANO DEL INSTITUTO CALASANZ DE CIENCIAS DE LA EDUCACION*  
Publicación trimestral número 154 abril-junio 1993

## MODELO DE RESOLUCION DE PROBLEMAS APLICADO AL ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE PENSAMIENTO DEL PROFESOR EN LA ENSEÑANZA

Cristina Moral Santaella  
Universidad de Granada.

### INTRODUCCION

La aplicación de la psicología cognitiva al estudio del pensamiento del profesor ha hecho que se desarrollen distintas metáforas para su estudio, según el modelo que se adopte para analizar los procesos complejos que suceden en la mente del profesor. Las metáforas encontradas consideran al profesor como un procesador de información (1), como un sujeto que toma decisiones (2), o como un profesional que resuelve los problemas complejos de la clase (3).

Esta última metáfora que considera al profesor como un profesional que se enfrenta al complejo problema que supone resolver el problema de la enseñanza, ha sido desarrollada fundamentalmente por la investigación de Leinhardt y sus colaboradores en la enseñanza de las matemáticas (4).

- (1) Cfr. Clark, C. M.: *Choice of a model for reserach on teacher thinking*. Paper presented at the annual meeting of the A.E.R.A., Toronto, 1978; y Marland, P.: *Models of teachers' interactive thinking*, Townsville, Australia, School of Education, 1985.
- (2) Cfr. Shavelson, R. J.: "What is the basic teaching skill?", *The Journal of Teacher Education*, 14 (1976) pp. 144-151; Shavelson, R. J. y Stern, P.: "Research on teachers' pedagogical thoughts, judgments, decisiones, and behavior", *Review of Educational Research*, 51 (1981) pp. 455-498; Marcelo, C.: *El pensamiento del profesor*, Barcelona, Ceac, 1987; y De Vicente, P. S.: "El profesional como tomador de decisiones", *Revista de Ciencias de la Educación*, 134 (1988) pp. 143-165.
- (3) Cfr. Yinger, R. J.: *By the seat of your pants: An inquiry into improvisation and teaching*. Paper presented at the annual meeting of the A.E.R.A., Washington, 1987; y Leinhardt, G. y Fienberg, J.: *Integration of lesson structure and teacher's subject matter knowledge*, Pittsburg, Pennsylvania, Center for the Study of Learning, 1989.
- (4) Cfr. Leinhardt, G.: *Overview of a program of reserach on teachers' and students' routines, thoughts, and execution of plans*. Paper presented at the annual meeting of the A.E.R.A., Montreal, 1983; Leinhardt, G. y Smith, D. A.: "Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge", *Journal of Educational Psychology*, 77, 3 (1985) pp. 247-271; Leinhardt, G. y Greeno, J. G.: "The cognitive skill of teaching", *Journal of Educational Psychology*, 78, 2 (1986) pp. 75-95; y Leinhardt, G. y Fienberg, J.: *Integration of lesson structure and teacher's subject matter knowledge*, Pittsburg, Pennsylvania, Center for the Study of Learning, 1989.

También Moral, por su parte, ha trabajado en esta línea con aspectos relativos a la enseñanza de la lectura (5).

Bajo esta perspectiva la enseñanza es considerada una habilidad cognitiva de resolución de problemas. Para Greeno (6) la resolución de problemas es un proceso cognitivo complejo que caracteriza una de las principales actividades humanas inteligentes, pues en la resolución de problemas se exigen procesos de razonamiento complejos y no meras actividades asociativas y rutinarias. La actividad mental de la persona que resuelve problemas, parte de un estado de incertidumbre o de información inconsistente para dirigirse a una meta, es decir, a un estado final que se denomina solución, donde las inconsistencias se han reducido o eliminado.

La psicología cognitiva ha desarrollado distintos modelos explicativos del proceso de resolución de problemas, los cuales han sido adoptados por el estudio del pensamiento del profesor para poder explicar el proceso en que se ve envuelto cuando se enfrenta a la enseñanza. A continuación pasamos a exponer estos modelos brevemente.

#### MODELOS EXPLICATIVOS DE LA RESOLUCION HUMANA DE PROBLEMAS.

El primer modelo que exponemos es el de Newell y Simon (7). Este modelo considera que la resolución de problemas es un proceso de búsqueda a través de un espacio de posibles soluciones o planes para alcanzar la meta final. La tarea de la persona que resuelve problemas consiste en reducir el espacio problema para incluir solamente las soluciones válidas, mediante estrategias como el análisis medios-fines, la planificación o la división en submetas.

Aunque con esta aproximación se supera el enfoque conductista de ensayo-error, este modelo conlleva una serie de inconvenientes debidos a que, durante la utilización de las estrategias para la resolución del problema, el sujeto no tiene una buena fuente de información sobre cuáles son las principales operaciones que llevan a la solución más rápida. Esto implica analizar todos los pasos posibles para la solución de un problema.

Para solventar este inconveniente se busca un modelo que use un número pequeño de opciones para restringir el espacio problema tan rápido como sea posible. El sistema propuesto por Sacerdoty presenta como característica fundamental el rete-

(5) Cfr. Moral, C.: *Análisis de la estructura de conocimiento de profesores expertos y principiantes en la enseñanza de la lectura*, Tesis Doctoral Inédita, Granada, 1990; y Moral, C.: *La técnica de "planning net" para el análisis de la estructura y el contenido de la enseñanza*, en: Marcelo García, C. (Coor.): *La investigación sobre la formación del profesorado. Métodos de investigación y análisis de datos*, Argentina, Cincel, 1992.

(6) Cfr. Greeno, J. G.: *A study of problem solving*, en: Glaser, R. (Ed.): *Advances in instructional psychology*, Hillsdale, New Jersey, LEA, 1978.

(7) Cfr. Newell, A. y Simon, H. A.: *Human problem solving*, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1972.

ner la información acerca de las opciones disponibles para desarrollar y ejecutar el plan en la búsqueda de la solución de la forma más rápida. El proceso en el que se va restringiendo el espacio problema es llamado "crítica constructiva" (8).

El modelo de Sacerdoty, aunque hace una clara distinción entre la planificación y la ejecución del plan, permite un intercambio entre la elaboración del plan y la ejecución de éste. Así, considera que el "output" de la planificación y el "input" de la ejecución mantienen la misma estructura de datos, representándose estos dos procesos de planificación y ejecución de esa planificación por medio de la estructura de "redes de procedimiento". Estas "redes de procedimiento" son definidas como reuniones de acciones jerárquicas que se expresan mediante nodos, los cuales retienen la información del proceso de solución del problema. Los fracasos que se producen en la ejecución del plan no se resuelven con un simple esquema de volver atrás, sino que se resuelven mediante un proceso de replanificación o crítica constructiva.

Dentro de la línea del modelo de Sacerdoty (9), pero con algunas innovaciones, Hayes-Roth y Hayes-Roth (10) proponen un nuevo modelo de planificación para la resolución de problemas. Su modelo considera la planificación bajo una perspectiva "oportunistista", es decir, en cada punto del proceso las decisiones tomadas por la persona que planifica y el tipo de observaciones que va haciendo conforme se desarrolla el plan son consideradas oportunidades para que el plan vaya creciendo o cambiando según sea oportuno.

Según estos dos autores, para resolver un problema se suceden dos etapas. La primera etapa consiste en la determinación de un curso de acciones dedicadas a alcanzar la meta mediante un proceso de planificación. La segunda etapa del proceso de solución de problemas es la etapa de la dirección y guía para una buena ejecución del plan. Se obtienen así las etapas de "planificación" y "control", siendo consideradas dos fases interdependientes de un mismo "proceso oportunista".

Estos modelos de resolución humana de problemas tienen una aplicación directa en el estudio del pensamiento del profesor, ayudándonos a comprender mejor el complejo proceso que supone la resolución del problema de la enseñanza. A continuación comprobamos su aplicación directa en el estudio del pensamiento del profesor.

#### MODELO DE RESOLUCION DEL PROBLEMAS COMO MODELO EXPLICATIVO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA

Al aplicar el modelo de resolución de problemas al estudio del pensamiento del profesor cuando se enfrenta al problema que supone enseñar una materia en concreto, es necesario tener en cuenta:

(8) Cfr. Sacerdoty, E. D. *A structure of plans and behavior*, New York, Elsevier Computer Science Library, 1977.

(9) Cfr. Ibid.

(10) Cfr. Hayes-Roth, B. y Hayes-Roth, F.: "A cognitive model of planning", *Cognitive Science*, 3 (1979) pp. 275-310.

a) Los componentes de la enseñanza, para conocer los elementos que hay que manejar en la resolución de este tipo de problema.

b) El funcionamiento de la estructura de conocimiento del profesor cuando se enfrenta al problema de la enseñanza de cualquier materia.

c) El proceso que sigue el profesor en la resolución del problema de la enseñanza.

Pasamos a continuación a explicar cada uno de estos apartados.

### A) Componentes de la competencia para la enseñanza

La enseñanza es entendida como un plan donde no se puede disociar la etapa de elaboración del plan de la etapa de ejecución del plan (11). Esta manera de considerar la planificación difiere de la noción de planificación que era descrita como un acto simplemente preactivo y postactivo (12). Leinhardt (13), Leinhardt y Greeno (14), y Shavelson (15), superan la forma tradicional de entender la planificación, considerando que los procesos de planificación y de enseñanza interactiva son una misma cosa, pues representan dos etapas del mismo proceso para alcanzar la solución al problema que supone la enseñanza. La planificación es así un proceso interactivo y dinámico que ocurre antes y durante cualquier actividad específica, pues la serie de metas y acciones preestablecidas en la fase de planificación son las mismas que se ejecutan en la fase de enseñanza interactiva.

Leinhardt y Greeno (16) consideran que la enseñanza es una competencia o habilidad más que puede ser aprendida. Toman como punto de partida la investigación de Greeno, Riley y Gelman (17) donde se analiza cómo se desarrolla en los niños la competencia para "contar" en matemáticas.

(11) Cfr. Sacerdoty, E. D.: *A structure of plans and behavior*, New York, Elsevier Computer Science Library, 1977; y Hayes-Roth, B. y Hayes-Roth, F.: "A cognitive model of planning", *Cognitive Science*, 3 (1979) pp. 275-310.

(12) Cfr. Jackson, P. W.: *Life in the classrooms*, New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968; y Clark, C. M. y Peterson, P. L.: *Teachers' thought processes*, en Witrock, M.C. (Ed.): *Handbook of research on teaching*, New York, Macmillan, 3ª ed., 1986.

(13) Cfr. Leinhardt, G.: "Math lessons: A contrast of novice and expert competence", *Journal for Research in Mathematics Education*, 20, 1 (1989) pp. 52-75; y Leinhardt, G.: *Overview of a program of research on teachers' and students' routines, thoughts, and execution of plans*. Paper presented at the annual meeting of the A.E.R.A., Montreal, 1983.

(14) Cfr. Leinhardt, G. y Greeno, J. G.: "The cognitive skill of teaching", *Journal of Educational Psychology*, 78, 2 (1986) pp. 75-95

(15) Cfr. Shavelson, R. J.: *Toma de decisión interactiva: Algunas reflexiones sobre los procesos cognoscitivos de los profesores*, en: Villar Angulo, L.M. (Ed.): *Pensamientos de los profesores y toma de decisiones*, Sevilla, Universidad de Sevilla, 1986.

(16) Cfr. Leinhardt, G. y Greeno, J. G.: "The cognitive skill of teaching", *Journal of Educational Psychology*, 78, 2 (1986) pp. 75-95.

(17) Cfr. Greeno, J. G.; Riley, M. S.; y Gelman, R.: "Conceptual competence and children's counting", *Cognitive Psychology*, 16 (1984) pp. 94-143.

Aplicando la investigación de Greeno, Riley y Gelman a la enseñanza, los elementos en que queda descompuesta la tarea de la enseñanza son los siguientes:

a) Componente conceptual: representa los "esquemas de acción" o principios de actuación que el profesor tiene almacenados en la mente acerca de la enseñanza de una materia en particular.

b) Componente procedimental: consiste en el conocimiento de cómo llevar a cabo una tarea. En este conocimiento se incluye la sucesión de metas, acciones y condiciones requisito para que las acciones se cumplan mediante procedimientos heurísticos de planificación.

c) Componente situacional: se refiere al conocimiento de cómo relacionar el escenario de la tarea y las metas de planificación.

El análisis realizado por Greeno, Riley y Gelman, hace explícita la relación entre componentes conceptuales, procedimentales y situacionales de la tarea utilizando la técnica de "planning nets".

En el apartado siguiente comprobaremos cómo los componentes de la competencia para la enseñanza se relacionan entre sí en la mente del profesor durante la solución del problema complejo que supone la enseñanza de una materia en particular.

### B) Funcionamiento de la estructura de conocimiento del profesor.

El concepto de esquema, utilizado por la psicología cognitiva para representar cómo funciona la mente (18), ha sido aplicado en la investigación sobre el pensamiento del profesor. Así, la investigación en este campo ha asumido que la estructura de conocimiento del profesor está compuesta por una serie de esquemas organizados que son aplicados flexiblemente y con poco esfuerzo cognitivo ante las circunstancias cambiantes que se suceden en clase (19).

La característica principal de la estructura de conocimiento de los profesores expertos o eficaces consiste en una serie de esquemas, que incluyen actividades a distintos niveles de generalidad. Se incluyen desde unidades globales de actividad (presentación, práctica independiente, práctica guiada, etc.), a unidades de actividad más pequeñas o rutinas (20).

(18) Cfr. Rumelhardt, D. E.: *Schemata: The building blocks of cognition*, en: Spiro, R.J.; Bruce, B.C.; y W. F. Brewer (Eds.): *Theoretical issues in reading comprehension*, Hillsdale, NJ., Erlbaum, 1980.

(19) Cfr. Shavelson, R. J.: *Toma de decisión interactiva: Algunas reflexiones sobre los procesos cognoscitivos de los profesores*, en: Villar Angulo, L.M. (Ed.): *Pensamientos de los profesores y toma de decisiones*, Sevilla, Universidad de Sevilla, 1986.

(20) Cfr. Leinhardt, G., Weidman, C. y Hadmon, K. M.: *Introduction and integration of classroom routines by expert teachers*, Paper presented at the annual meeting of the A.E.R.A., New Orleans, 1984; Leinhardt, G. y Greeno, J. G.: "The cognitive skill of teaching", *Journal of Educational Psychology*, 78, 2 (1986) pp. 75-95; Moral, C.: *Análisis de la estructura de conocimiento de profesores expertos y principiantes en la enseñanza de la lectura*, Tesis Doctoral Inédita, Granada, 1990; y Moral, C.: *La técnica de "planning net" para el análisis de la estructura y el contenido de la enseñanza*, en: Marcelo García, C. (Coor.): *La investigación sobre la formación del profesorado. Métodos de investigación y análisis de datos*, Argentina, Cincel, 1992.

Para llevar a cabo un plan para resolver un problema determinado se eligen primero esquemas globales que satisfacen metas generales, para más tarde pasar a esquemas menos globales que satisfacen metas más específicas del esquema a nivel global (21).

Tanto para la construcción del plan como para la ejecución del plan en clase, el profesor utiliza una serie de esquemas específicos, que la investigación realizada por Leinhardt y colaboradores ha llamado "esquemas de acción" y "esquemas de información", tomados del modelo de Sacerdoty (22) y de Hayes-Roth y Hayes-Roth (23).

Un *esquema de acción* consiste en una representación general de las acciones a un nivel que el individuo puede realizar. En estos esquemas de acción se incluye información que especifica las consecuencias de la acción y los requisitos para que la acción se cumpla (24), elaborando la competencia conceptual para la enseñanza.

Los *esquemas de información* se construyen cuando el profesor lleva a cabo cualquier actividad, almacenando la información interesante que puede ser usada en actividades posteriores y controlando el desarrollo adecuado de los esquemas de acción. Estos esquemas elaboran la competencia situacional o el conocimiento que el profesor tiene del contexto donde se realiza la enseñanza.

La técnica de "planning net" (25) es utilizada para demostrar cómo el conocimiento del profesor acerca de la enseñanza se conecta con el modelo para la realización de la enseñanza reflejando la relación existente entre teoría y práctica. En la figura 1, se muestra cómo estos componentes de la competencia para la enseñanza que construyen la estructura de conocimiento del profesor, se relacionan entre sí y se expresan mediante la técnica de "planning nets".

Los "planning nets" proporcionan una conexión explícita entre el conocimiento que el profesor tiene acerca de cómo enseñar una determinada materia y su estrategia de actuación, expresando la relación entre los tres componentes de la competencia para la enseñanza: conceptual, procedimental y situacional. Son versiones específicas de los esquemas de acción que construyen la estructura de conocimiento del profesor. Las conexiones entre las metas y las acciones se corresponden con las relaciones almacenadas en el esquema de acción. Las relaciones incluyen las consecuencias de la acción y las condiciones requisito para llevar a cabo cada acción.

(21) Cfr. Sacerdoty, E. D. *A structure of plans and behavior*, New York, Elsevier Computer Science Library, 1977; y Leinhardt, G. y Greeno, J. G.: "The cognitive skill of teaching", *Journal of Educational Psychology*, 78, 2 (1986) pp. 75-95.

(22) Cfr. *Ibid.*

(23) Cfr. Hayes-Roth, B. y Hayes-Roth, F.: "A cognitive model of planning", *Cognitive Science*, 3 (1979) pp. 275-310.

(24) Cfr. Leinhardt, G. y Greeno, J. G.: o.c.

(25) Cfr. Greeno, J. G.; Riley, M. S.; y Gelman, R.: "Conceptual competence and children's counting", *Cognitive Psychology*, 16 (1984) pp. 94-143.

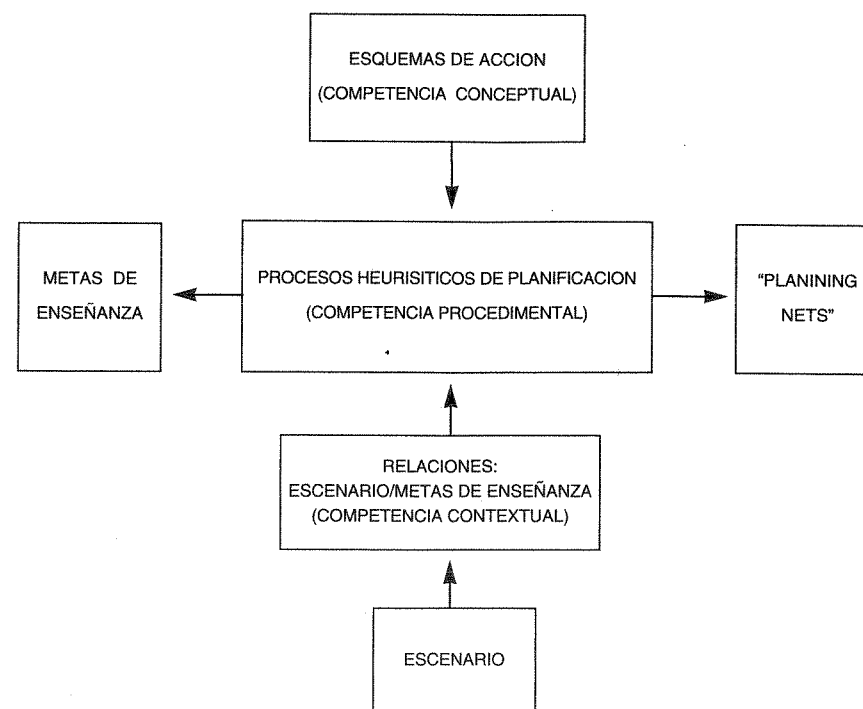


FIGURA 1: Funcionamiento de los componentes de la Competencia: "Enseñanza". (Adaptación del esquema de Greeno, Riley y Gelman, p.100).

Las condiciones requisito pueden ser de tres tipos:

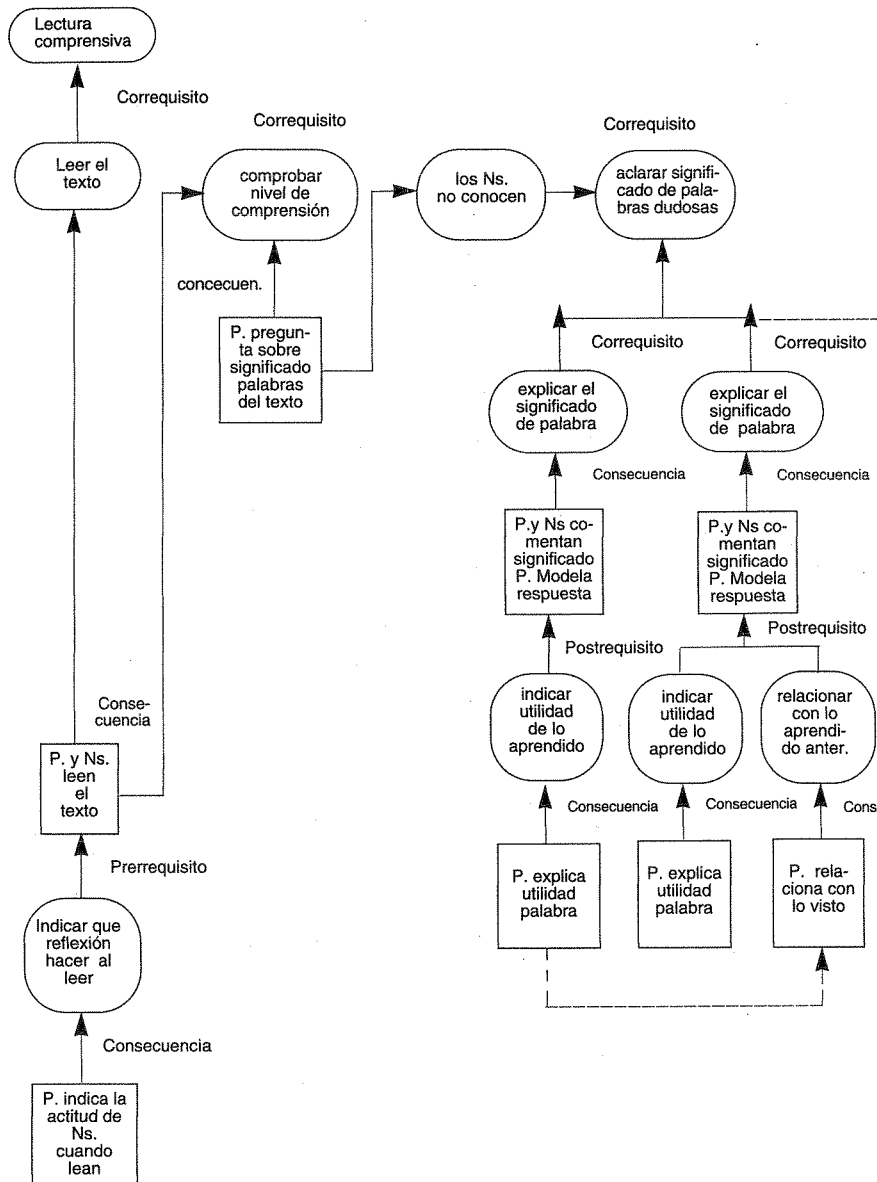
- a) *Condiciones prerequisite*: han de ser satisfechas antes de que la acción sea ejecutada.
- b) *Condiciones corequisite*: se satisfacen durante la ejecución de la acción.
- c) *Condiciones postrequisite*: han de ser satisfechas para completar la acción.

Los "planning nets" se componen de rectángulos para expresar las unidades de acción, de hexágonos para expresar las metas y de rombos para expresar los momentos de comprobación de la comprensión.

El proceso de planificación se realiza a través de un proceso de medios-fines. Se presenta una meta principal buscando una serie de esquemas de acción conocidos almacenados en la memoria, seleccionando el que tiene las consecuencias parecidas a la meta que se pretende alcanzar. El proceso lleva un sistema de ajuste al escenario donde se produce la tarea a través de los esquemas de información que controlan el desarrollo adecuado de los esquemas de acción.

Figura 2

"Planning Net" general para la estructura de actividad "Lectura Comprensiva" para la lección de lectura del profesor experto (Moral, C.: La técnica de "planning net"..., p. 138).



Una vez determinado el funcionamiento de la estructura de conocimiento del profesor para la enseñanza, pasamos a determinar cómo se refleja esta estructura de conocimiento en clase, explicando qué sucede en el transcurso de la lección y cómo se lleva a cabo la enseñanza.

**C) Resolución del problema de la enseñanza.**

La estructura de conocimiento del profesor, compuesta de una serie de esquemas de información y de acción, se hace explícita en el desarrollo y ejecución de la lección, la cual ha sido considerada la unidad básica de actuación en clase (26).

Leinhardt y Greeno (27) establecen la hipótesis de trabajo en la que se asume que para conducir una lección el profesor se basa en un plan operacional que llaman "agenda". En ella se incluyen las actividades y rutinas de enseñanza, que son versiones específicas de los esquemas de acción que construyen la competencia conceptual del profesor para la enseñanza. En la agenda también se incluyen elementos que permiten una continua adaptación y revisión de la agenda, elaborando el esquema de información para la enseñanza.

Durante el transcurso de la lección, el tiempo que se dispone para llevarla a cabo se divide en una serie de segmentos o actividades, realizando el siguiente proceso:

a) La planificación de una lección comienza con el establecimiento de una meta general y con la búsqueda de un esquema de acción adecuado a esta meta. En los esquemas de acción se incluye información acerca de las consecuencias de las acciones y de las condiciones requisito (prerrequisito, correquisito y postrequisito) necesarias para que las acciones sean llevadas a cabo. El profesor, a través de los procedimientos heurísticos de planificación, busca el esquema de acción apropiado para alcanzar la meta general establecida.

b) Cuando se encuentra el esquema apropiado se ejecuta el plan en clase.

c) La información juega un papel muy importante en la ejecución del plan para la enseñanza de una lección, pues el profesor se encuentra en momentos de clase en que se requiere una toma de decisiones para modificar el plan previsto o continuar como estaba planeado. En este momento la información recogida en la ejecución de otras actividades es útil para decidir sobre la ejecución del plan.

d) Finalmente, la explicación del proceso de enseñanza mediante el modelo de resolución de problemas señala que el plan para la lección está influenciado por el contexto donde éste se lleva a cabo. Existen una serie de limitaciones globales y locales en la lección. Las limitaciones globales se refieren al sistema de creencias del profesor, y las limitaciones locales se refieren a las consideraciones acerca del tiem-

(26) Cfr. Doyle, W.: *Classroom organization and managemet*, en: Witrock, M. C : *Handbook of reserach on teaching*, New York: Macmillan, 1986.

(27) Cfr. Leinhardt, G. y Greeno, J. G.: o.c.

po que disponen para llevar a cabo la agenda y a la intención de dirigir y mantener la atención de los alumnos.

Sin embargo, aunque el contexto donde se produce la enseñanza limita la actuación del profesor, la tarea de la enseñanza es también muy flexible, pues el profesor es "libre" de llevar a cabo la lección de la forma que considere más acertada.

El modelo que considera a la enseñanza como una habilidad cognitiva compleja de resolución de problemas (28), está siendo asociado al modelo que considera la enseñanza como un "proceso de improvisación" (29). Borko y Livingston (30) creen que el profesor cuando se enfrenta a la enseñanza lleva una serie de ideas que no guardan relación con los guiones detallados de actuación. Sin embargo, en la mente del profesor existe un extenso repertorio de rutinas y esquemas de acción que le permiten improvisar ante los sucesos cambiantes de clase. Así, conforme el profesor adquiere experiencia y su estructura de conocimiento se hace más organizada y compleja, puede actuar improvisando y adoptando una actitud de respuesta abierta a todo lo que acontece en clase.

---

(28) Cfr. Ibid.

(29) Cfr. Yinger, R. J.: *By the seat of your pants: An inquiry into improvisation and teaching*. Paper presented at the annual meeting of the A.E.R.A., Washington, 1987.

(30) Cfr. Borko, H. y Livingston, C.: "Cognition and improvisation: Differences in mathematics instruction by expert and novice teachers", *American Educational Research Journal*, 26 (1989) pp. 473-498.

