

TESIS DIDÁCTICAS

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS PROCESOS DE ELECTRODO Y SU REPERCUSIÓN EN LA METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA

Autora: M^a Teresa Martín Sánchez
 Directora: Dra. D^a M^a Luisa Fernández Castañón
 Tutor: Prof. Dr. D. Antonio Bernalte Miralles
 Tribunal: Profesores Doctores D. Salvador Sennet Pérez, D. José Casanova Colas, D. Juan Andrés Agapito Serrano, D. Julio Casado Linarejos y D. Joaquín Summers Gámez
 Lugar: Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid
 Fecha: Junio de 1990.

El trabajo consta de dos partes que están relacionadas entre sí. La primera es el estudio de la Evolución Histórica de la Electroquímica y la segunda, el estudio de la Evolución de la Metodología de su enseñanza.

Se hizo un estudio de la evolución investigadora en el campo de la *electroquímica* desde Galvani hasta el desarrollo actual y, a la vista de esa evolución, se hizo un análisis de los libros de texto para investigar si se podían considerar actualizados con relación al tratamiento de este tema.

Al hacer el estudio histórico se acumularon tantos datos sobre científicos relacionados con el tema que pareció interesante completarlos hasta confeccionar un Diccionario de Científicos relacionados con la Electroquímica, que se incluye como apéndice del trabajo.

Para hacer el análisis de los libros de texto se confeccionó una ficha que recogía los aspectos que se consideraban fundamentales del tema. Esta ficha se aplicó a cada uno de los textos objeto de estudio

y con estas fichas, que previamente se habían archivado en forma reducida, mediante un programa de ordenador y que también se incluyen en un anexo del trabajo, se hicieron diagramas de dispersión y tablas de los distintos ítems de cuyo examen se llegó a cuál era la situación del tema.

Se analizaron libros de texto de dos niveles: a) nivel de Química Física (36 textos), y b) nivel general que incluía tres grupos: Física General (50 textos), Química General (54 textos) y Química de COU (25 textos).

Al final de cada capítulo se llega a unas conclusiones de cuyo estudio se obtienen otras de tipo general que son:

- La *Electroquímica* comienza siendo un tema de Física, puesto que las pilas son los primeros generadores eléctricos y las leyes de Faraday unas leyes cuantitativas que se cumplen con todo rigor experimental, motivo por el cual todos los libros de Física del siglo XIX incluyen el tema.

- Los textos de *Química Física* desde sus comienzos, principios del siglo XX, abordan el tema de *Electroquímica* como específico de esta materia.

- A finales del siglo XIX y principios de XX, con la ecuación de *Nernst*, y el concepto de potencial de electrodo que de ella se deriva, la *Electroquímica* pasa a tener mucha importancia para los químicos, y por ello se introduce en los textos de Química General.

- Las ideas de *Electroquímica moderna* (Interfase y Cinética de Electrodo) correspondientes al período 1905-1932 aparecen recogidas, aunque sólo en parte, en los textos de *Química Física* de los años cuarenta. Este hecho llama la atención porque demuestra la inmediata relación entre la evolución histórica y la metodológica.

- La vuelta hacia *Nernst*, que se produce en la ciencia *Electroquímica* a finales de la década de los cuarenta, no solo es recogida en los textos de *Química Física*, sino que quedan como anclados en ella, ignorando el resurgimiento de la *Electroquímica moderna* que es prácticamente de la misma época.

- La *Ciencia Electroquímica* comienza su edad de oro en los años cincuenta y llega a su máximo esplendor a partir de los sesenta; pero sólo a partir de los años ochenta aparece en los libros de texto de *Química Física* y únicamente lo hace en un porcentaje pequeño de ellos y que, por otra parte, no incluyen el estudio de los procesos de electrodo desde el punto de vista de la *Mecánica Cuántica*, a pesar de que *Guney* la aplicara ya en 1932.

- La *Electroquímica* prácticamente desaparece de los libros de texto de *Física General* a partir de los años sesenta, posiblemente por el nuevo enfoque que en esos años se empieza a dar a la enseñanza de la Física en proyectos de ámbito internacional.

- La *Electroquímica* se mantiene en los libros de texto de *Química General*, pero los únicos indicios de modernidad que se observan en relación con este tema es que incorporan los convenios de signos y las definiciones adoptadas por la I.U.P.A.C. en 1953.

Entre los inconvenientes más importantes en la forma de abordar el tema de *Electroquímica*, por parte de estos textos, citaríamos:

- Estudian de forma aislada los distintos sistemas electroquímicos.

- Con frecuencia cometen errores al dar el nombre de los electrodos, sobre todo en los sistemas generadores de energía.

- No incluyen para nada, aunque sólo fuera de manera cualitativa, las ideas de *Interfase y Cinética de Electrodo*.

- Teniendo en cuenta la situación actual de la *Enseñanza de la Electroquímica*, se debería diseñar y redactar un capítulo monográfico, que a nivel de *Química Física* recogiese didácticamente todas las ideas de la *Electroquímica moderna*, que aparecen en la *Bibliografía* consultada y a la que nos referimos en la parte 1.4 de nuestro trabajo.

A partir de este estudio monográfico se haría un proyecto didáctico para impartir estos conocimientos a nivel de *Química General*. Este proyecto se pondría en marcha de forma experimental, para investigar su adecuación y validez para la enseñanza a ese nivel.

LA ENSEÑANZA EN EL CAMPO CONCEPTUAL DE LA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS VERDES. UN ESTUDIO DIDÁCTICO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA

Autor: *Pedro Cañal de León*
Presentada en el Departamento de Didáctica de las Ciencias de la Universidad de Sevilla en Septiembre de 1990.

Este estudio se enmarca en el ámbito de la investigación didáctica que se interesa en el estudio de los problemas que se plantean en la enseñanza de conocimientos escolares relativos a un determinado campo conceptual, con la intención de incidir en su mejora. Se efectúa una revisión y profundización global sobre la problemática de la enseñanza en torno a la nutrición de las plantas verdes en la educación básica, tratando de:

- a. Caracterizar las dificultades y deficiencias didácticas más frecuentes al respecto.
- b. Proponer explicaciones sobre el origen de dichas dificultades y deficiencias.
- c. Diseñar estrategias y materiales didácticos de asesoramiento al profesorado, dirigido a disminuir la frecuencia de tales deficiencias y dificultades.

Para desarrollar unos fines como los expresados, hemos llevado a cabo una serie de estudios convergentes sobre los siguientes aspectos:

- 1. El desarrollo histórico del campo conceptual de la nutrición de las plantas verdes.

- 2. Las concepciones actuales al respecto y la transposición didáctica de las mismas.

- 3. Las concepciones de los alumnos sobre esta materia.

- 4. La enseñanza escolar en este campo conceptual.

- 5. Las posibilidades de mejorar dicha enseñanza mediante nuevas estrategias y materiales de intervención.

Todo lo anterior nos llevó a interesarnos por el desarrollo de un modelo didáctico que pudiera proporcionar una matriz teórica en la que situar interdisciplinariamente las aportaciones científicas que hoy día se consideran más relevantes para interpretar los fenómenos de la enseñanza, tratando con ello de definir con una mayor claridad y adecuación los problemas que surgen en la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes, y fundamentar el diseño de nuestra investigación.

Así, en el primer capítulo se exponen las líneas generales de un marco teórico que pudiera ser adecuado para un estudio de esta naturaleza, analizando las peculiaridades de la Didáctica y esbozando un modelo didáctico del aula; se describe, por otra parte, el proceso de desarrollo de la Didáctica de las Ciencias y la necesidad de convergencia de los estudios efectuados por las didácticas específicas, entre sí y con los que realiza la didáctica que se ocupa de aspectos más generales de la enseñanza, a fin de lograr un avance en el desarrollo de esta área de conocimiento e investigación, haciendo posible una mejora sustancial y progresiva de la enseñanza de las ciencias. Por último, se sitúa nuestra investigación en el marco teórico propuesto.

El segundo capítulo se extiende en la revisión de una serie de trabajos relacionados con la enseñanza/aprendizaje de la nutrición vegetal, tanto estudios sobre las concepciones de los alumnos, la génesis de las mismas o el análisis de casos concretos, como propuestas curriculares que se han efectuado, realizando una valoración del estado actual de desarrollo de la problemática, a fin de poder hacer una adecuada selección de los objetivos de nuestra investigación.

El diseño de la investigación expresa la estrategia general que hemos adoptado, tratando de contrastar las hipótesis mediante diversos estudios convergentes, que van desde el análisis del proceso histórico de construcción del saber científico en este campo, hasta el estudio de la conceptualización actual sobre el mismo, y la forma en que ésta se refleja en las aulas; desde el estudio de las concepciones de una amplia muestra de alumnos de centros de básica de Sevilla, al de

una serie de casos o experiencias de enseñanza acerca de estos tópicos. Tratamos así de obtener unas conclusiones convergentes que permitan sentar las bases y marcar las líneas de intervención adecuadas para una mejora progresiva de la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes, con la esperanza de que algunos de los resultados de la investigación pudieran alcanzar un más amplio campo de aplicación en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias.

Hemos querido contribuir, con este estudio, al desarrollo de un tipo de investigación específicamente didáctica, es decir realizada desde el marco teórico de la Didáctica y dirigida al estudio de situaciones de enseñanza con el objetivo de hacer posible la mejora de las mismas, en relación con unas finalidades. Desde esta perspectiva, creemos interesante desarrollar investigaciones sobre la enseñanza de los principales tópicos y campos conceptuales presentes en la educación científica escolar, a fin de poder contar con unos instrumentos de apoyo didáctico que resultan imprescindibles para permitir la elaboración por los equipos de profesores de diseños curriculares bien fundamentados y susceptibles de perfeccionamiento progresivo en la práctica.

Los resultados obtenidos, que no pueden resumirse en estas breves líneas, permiten abordar la mejora de la enseñanza sobre la nutrición de las plantas, y aportan un marco teórico y metodológico adecuado, a nuestro entender, para el desarrollo de estudios similares sobre la enseñanza escolar de otros tópicos o ámbitos de conocimiento.

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FÍSICA Y DE QUÍMICA COMO INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA MEDIA: UN INSTRUMENTO DE CAMBIO METODOLÓGICO

Autor: *Juan Lorenzo Ramírez Castro*
Director: *Daniel Gil Pérez*
Tutora: *Hortensia Iturriga Martínez*
Tesis Doctoral leída en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona, el 25 de septiembre de 1990.

La investigación desarrollada en esta tesis doctoral pretende la validación de un modelo para la resolución de problemas de lápiz y papel de Física y Química, contribuyendo así, a una de las líneas de

investigación prioritarias en el campo de la didáctica de las ciencias.

Dicho modelo, que denominamos de *resolución de problemas como actividad de investigación*, fue propuesto inicialmente por Gil y Martínez-Torregrosa como una manera de intentar reducir el fracaso generalizado de los alumnos de secundaria en la resolución de los problemas de Física. Sus investigaciones, centradas en el campo de la Mecánica, han dado lugar a resultados suficientemente satisfactorios en lo que se refiere al cambio metodológico que experimentan los estudiantes como consecuencia de la utilización de las orientaciones del modelo, y a la mejora de resultados en la resolución de problemas de mecánica.

Era necesario seguir adelante. Por un lado para replicar sus resultados y avanzar en la contrastación con nuevos instrumentos de validación. Por otro, para ampliar el campo de utilización del modelo a toda la Física y la Química, si era posible, y, por último, para ver hasta qué punto podía ser asumido por el profesorado y, por tanto, salir del círculo de la investigación y convertirse realmente en una herramienta eficaz para el abordaje de problemas en las clases de Física y Química en la enseñanza media.

El modelo de resolución de problemas como actividad de investigación

En primer lugar, se ha realizado una profundización en el propio modelo y en su fundamentación teórica. A este aspecto se dedica el primer capítulo de la tesis, en el que se hace un repaso de prácticamente toda la investigación existente en la actualidad sobre resolución de problemas y en el que se pone de manifiesto que las aportaciones parciales realizadas por diferentes investigadores, en lo que tienen de positivo, pueden integrarse en nuestro modelo, que muestra así su coherencia y su potencialidad como marco de referencia de futuras investigaciones.

En este mismo capítulo se explicita el modelo, que se enmarca dentro del paradigma teórico constructivista y se apoya en el modelo de cambio conceptual, metodológico y actitudinal y en la utilización de aspectos básicos de la metodología científica. El modelo, que es fundamentalmente, de intervención didáctica en el aula propone una serie de orientaciones en la línea de la enseñanza de la resolución de problemas de Física y Química como actividades de investigación que, en esencia, son las siguientes:

- a) La supresión de los datos y de las condiciones existentes en el enunciado del problema.
- b) Una propuesta explícita de trabajo en el aula:

- Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir de manera precisa el problema, explicitando las condiciones que se consideran reinantes, etc.

- Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia, imaginando, en particular, casos límite de fácil interpretación física.

- Elaborar y explicitar posibles estrategias de resolución antes de proceder a ésta, evitando el puro ensayo y error. Buscar distintas vías de resolución para posibilitar la contrastación de los resultados obtenidos y mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos de que se dispone.

- Realizar la resolución verbalizando al máximo, fundamentando lo que se hace, y evitando, una vez más, operativismos carentes de significación física.

- Analizar cuidadosamente los resultados a la luz de las hipótesis elaboradas y, en particular, de los casos límite considerados.

- Considerar las perspectivas abiertas tras la resolución del problema, contemplando, por ejemplo, la conveniencia de abordarlo a un nivel de mayor complejidad o estudiando sus implicaciones teóricas (profundización en la comprensión de algún concepto) o prácticas (situaciones similares de interés técnico), etc.

Es conveniente remarcar que las orientaciones precedentes *no constituyen un algoritmo* que pretenda guiar paso a paso la actividad de los alumnos. Muy al contrario, se trata de indicaciones genéricas destinadas a llamar la atención contra ciertos «vicios metodológicos o conaturales»: la tendencia a caer en operativismos ciegos o a pensar en términos de certeza y no de hipótesis, lo que se traduce en no pensar en posibles caminos alternativos de resolución o en no poner en duda y analizar los resultados, etc.

Se trata, pues, de una investigación que, en lugar de poner el acento en el análisis de lo que los alumnos hacen (mal) para fracasar tan abultadamente, se centra en las orientaciones que el profesor da; es decir, en la propia metodología de la enseñanza de resolución de problemas.

Metodología e hipótesis de trabajo

En cuanto a la metodología de investigación, el presente trabajo combina tanto la tendencia experimental como la etnográfica. Así, aun teniendo una fuerte dosis de metodología cuantitativa—fundamentación teórica, emisión previa de hipótesis, premisa de objetividad, etc.—, participa también de las metodologías cualitativas

en un intento de explicar mejor qué es lo que ocurre en el aula, en el mismo proceso de la resolución de un problema. Así, tanto encontraremos tablas numéricas con los resultados obtenidos por los alumnos como descripciones detalladas del desarrollo de una clase en la que se ha resuelto un problema.

Una vez que se ha profundizado en la fundamentación y desarrollo del modelo, en el segundo capítulo se explicitan las hipótesis que guían la investigación, así como los diseños utilizados para su contrastación. Dos son las hipótesis generales:

I.- *El modelo es aplicable—con las matizaciones necesarias— a otras partes de la Física y a la Química (además de la Mecánica), contribuyendo a una mejor resolución de los problemas de lápiz y papel, al aprendizaje significativo de los conceptos y a la familiarización con aspectos esenciales del trabajo científico por parte de los estudiantes.*

II.- *Es posible diseñar actividades que faciliten la toma de conciencia de los profesores sobre las limitaciones de las orientaciones didácticas habituales para la resolución de problemas y consigan (re)elaborar el nuevo modelo. Asimismo—mediante un trabajo de seguimiento de la actividad de los profesores en sus clases— se puede conseguir que comiencen a utilizar las orientaciones del modelo, venciendo las dificultades que plantea todo cambio didáctico de una cierta dificultad.*

La operativización de estas hipótesis ha dado lugar a una multiplicidad de consecuencias contrastables, que implican un diseño variado que las aborde desde diferentes ángulos. Así, se han elaborado materiales, se ha puesto en práctica el modelo en clase, se ha presentado el modelo en cursos y seminarios de actualización de profesores, se ha elaborado gran variedad de cuestionarios que han sido contestados por profesores y estudiantes, a los que también se ha entrevistado, etc.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos a partir de los diseños experimentales realizados muestran una gran coherencia entre todos ellos y con los obtenidos por otros investigadores con anterioridad, y pueden resumirse en lo siguiente:

En primer lugar, mostramos, mediante la transformación de los enunciados habituales a situaciones más abiertas y la descripción de la actividad que tiene lugar en el aula con los estudiantes, que el nuevo modelo es aplicable—con las matizaciones necesarias— a todas las partes de la Física y la Química estudiadas en la

Enseñanza Secundaria. Concretamente nos centramos en los problemas de Química (Estequiometría, Equilibrio químico, Termoquímica) y de Física (Electromagnetismo) en Bachillerato y COU.

Además, la actividad propiciada por el uso del modelo de resolución de problemas como actividad de investigación en clase, tanto para los alumnos como para los profesores, se encuentra muy alejada del simple operativismo y los tratamientos lineales, potenciando fuertemente los tiempos de reflexión cualitativa y valorando las fases de incertidumbre—cuando no se sabe qué hacer—, como naturales e inherentes a la resolución de problemas. Además, fomenta formas de pensamiento creativas y divergentes y, conjuntamente con ellas, otras más analíticas y rigurosas.

En segundo lugar, comprobamos que la exposición sistemática de los alumnos a las nuevas orientaciones, produce en ellos un cambio metodológico que hace que su actuación se acerque a la de los buenos resolventes de problemas y consigan un incremento notable de los éxitos en la resolución, al tiempo que mejora sensiblemente su actitud hacia esta actividad, como se muestra en la valoración muy positiva que realizan de los aspectos diferenciales del modelo de resolución de problemas como investigación.

En tercer lugar, encontramos que grupos diferentes de profesores en ejercicio, con amplia experiencia docente, son capaces de (re)elaborar el modelo y valorarlo mucho más positivamente que el que habitualmente utilizan; que llegan a modificar su actuación didáctica en el aula; y que utilizan las orientaciones que proporciona el nuevo modelo que ellos mismos han (re)elaborado.

Como corolario, en el último capítulo titulado *El lugar de los problemas en el aprendizaje de las ciencias*, fundamentamos la conveniencia de la ruptura de barreras entre clases teóricas, trabajos prácticos y resolución de problemas, abogando por una enseñanza de las ciencias físicas y químicas basada en la resolución de problemas como actividades de investigación.

TEORÍA DEL CONOCIMIENTO. TEORÍA DE LA ENSEÑANZA Y DESARROLLO PROFESIONAL: LAS CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS DE LOS PROFESORES

Autor: *Rafael Porlan*
Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla 1989.

La tesis doctoral que se presenta forma parte de un programa más amplio de Investigación Educativa ligada a los procesos de transformación de la Escuela. Dicho programa pretende aunar una teoría rigurosa sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje, con la prescripción de criterios que favorezcan el desarrollo autónomo y significativo de profesores y alumnos.

En este marco general, se ofrece en la primera parte del trabajo una fundamentación epistemológica de diversos aspectos de la enseñanza. En primer lugar, se propone un enfoque actual sobre la naturaleza del conocimiento, alejado de concepciones simplificadoras y extremas de corte absolutista y relativista, y basado en una visión constructivista y evolutiva del mismo.

De esta nueva perspectiva epistemológica, los conocimientos, en cualquiera de sus vertientes (científica, cotidiana, pedagógica, escolar, etc.), no son «aprioris absolutos y estáticos», ni tampoco «entidades plurales y diversas con idéntico valor»; *los conocimientos son, más bien, entidades plurales sometidas permanentemente a un proceso de selección crítica y evolución*, constituyendo una suerte de *sistemas conceptuales complejos y dinámicos que mantienen grados relativos de estabilidad y diversidad*, según la capacidad que posean para formular y resolver los problemas teóricos y prácticos más relevantes de su contexto.

En segundo lugar, este modelo epistemológico, que se puede denominar metafóricamente de «ecología conceptual», es, desde nuestro punto de vista, especialmente potente para explicar el desarrollo histórico del conocimiento pedagógico, y para proponer, como consecuencia de dicho análisis, una visión actual de los fenómenos de enseñanza-aprendizaje, como *sociosistemas complejos de comunicación, investigación y construcción de conocimientos*. Esta concepción, al mismo tiempo descriptiva, explicativa y normativa, pretende superar el clásico anacronismo de la enseñanza tradicional (versión pedagógica del absolutismo y autoritarismo epistemológico), y el moderno liberalismo de la enseñanza espontaneísta (versión pedagógica del relativismo epistemológico extremo), exponentes ambos de un nota-

ble reduccionismo conceptual, al olvidar respectivamente o bien el hecho empírico de la diversidad conceptual existente en cualquier ámbito o contexto (tanto en el científico, como en el pedagógico, o en el escolar), o bien el hecho de la existencia, a cualquier nivel, de procedimientos más o menos rigurosos de selección crítica del conocimiento y, por tanto, de evaluación de su potencialidad para plantear y resolver problemas. Por tanto, los fenómenos de enseñanza-aprendizaje se conciben como sistemas que potencian, al mismo tiempo, la diversidad conceptual de profesores y alumnos y la selección crítica y reflexiva de aquellas nociones, esquemas y modelos que mejor les permitan investigar y explicar los problemas didácticos seleccionados, sean éstos, problemas de clase que estructuran la actividad de los alumnos, o problemas profesionales que estructuran el desarrollo profesional de los profesores.

En tercer lugar, el estudio se centra en analizar las repercusiones que tiene para el desarrollo profesional una teoría epistemológica como la expuesta y una visión de los procesos de enseñanza-aprendizaje como la descrita. En este sentido, *se propone un modelo de desarrollo profesional basado en la reflexión y la acción crítica de equipos de profesores en torno a programas de investigación escolar y experimentación curricular*. Estos equipos de investigación-acción, han de construir, por un lado, un conocimiento pedagógico profesional significativo, y han de facilitar, por otro, la construcción social del conocimiento escolar por sus alumnos.

En la segunda parte, el trabajo presenta asimismo dos estudios descriptivos sobre las creencias epistemológicas de profesores en formación y en ejercicio. En la perspectiva de promover un desarrollo profesional significativo, tan necesario es disponer de referentes teóricos sobre la construcción del conocimiento pedagógico-profesional y sobre los fenómenos de enseñanza aprendizaje en que dicha construcción tiene lugar (parte primera de la investigación), como de referentes empíricos sobre las concepciones que «de hecho» tienen los profesores y sobre el trasfondo epistemológico de los mismos (parte segunda de la investigación). Por tanto, en esta segunda parte, se realiza un análisis de las concepciones explícitas de los profesores acerca de cuatro categorías conceptuales básicas (modelo didáctico personal, imagen de la Ciencia, teoría subjetiva sobre el aprendizaje y metodología práctica de enseñanza) para, al partir de ellas, formular «estructos hipotéticos» sobre las visiones epistemológicas que subyacen a dichas concepciones.

Como se decía, se han estudiado dos muestras de profesores: una, de profesor

en formación (7 estudiantes de ciencias de magisterio), a través de entrevistas semiestructuradas y análisis de informes; y otra, más amplia, de 107 estudiantes de ciencias de magisterio y de 158 profesores de ciclo superior en ejercicio (especialistas en ciencias y en otras disciplinas), a los que se les pasó el Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas (IPEC) elaborado exprofeso y cuyos datos fueron analizados por técnicas de análisis multifactorial.

Los resultados de ambos estudios permiten plantear las siguientes conclusiones:

1. Si bien existen unos ciertos estereotipos epistemológicos aparentemente mayoritarios entre los profesores estudiados, también existe una importante diversidad de concepciones, que lejos de reflejar mecánicamente dichos estereotipos, los complejizan y enriquecen.

2. Entre los estudiantes de ciencias de magisterio se detecta una tendencia mayoritaria basada en los siguientes principios epistemológicos:

a) *Principio de neutralidad y autenticidad del conocimiento científico* frente a otras formas de conocimiento.

b) *Principio de veracidad absoluta* del conocimiento científico y, como consecuencia de ello, de la *superioridad epistemológica del mismo*.

c) *Principio de racionalidad científico-técnica de la didáctica*, como disciplina suministradora de métodos técnicamente eficaces de enseñanza.

d) *Principio de asimilación pedagógica del modelo empirista del método científico*.

Entre los estudiantes analizados predomina, en suma, una *visión epistemológica absolutista de corte positivista*, de tal manera que el «empirismo ingenuo» se configura como un potente principio didáctico, vertebrador tanto de una práctica docente eficaz como de un aprendizaje adecuado de los conocimientos verdaderos por parte de los alumnos.

3. Los profesores en ejercicio presentan una mayor diversidad epistemológica. No obstante, la tendencia más representativa responde a un reduccionismo epistemológico que concibe *el conocimiento como un producto formal* de carácter objetivo, neutro y universal, que sólo posee un determinado significado, asociado a un único formato lingüístico posible, que es precisamente el que hay que

enseñar (transmitir) y aprender (memorizar). Esta visión simplificadora responde, al mismo tiempo, a un racionalismo enciclopédico y a un directivismo pedagógico autoritario que fomenta la pasividad mental de los estudiantes.

Frente a esta concepción mayoritaria (absolutismo racionalista y formal), aparecen tendencias más próximas a otras concepciones epistemológicas que caracterizan el conocimiento desde puntos de vista más procedimentales:

a) como un *proceso técnico* (absolutismo positivista)

b) como un *proceso espontáneo* (relativismo radical)

c) como un *proceso complejo* (evolucionismo constructivista).

4. Por último, se detecta también en los resultados relativos a los profesores en ejercicio, una tendencia a que se incremente la influencia de los enfoques racional-formalista y técnico, frente a los espontaneistas y complejos, conforme aumentan los años de experiencia docen-

MODES DE TRAVAIL PÉDAGOGIQUE ET RESOLUTION DE PROBLEMES DE PHYSIQUE

Autor: *Monique Goffard*
Thèse soutenue en Juin 1990 auprès de l'Université de Paris VII et disponible au LIREST: 2 place Jussieu, tour 23-13, 75251 Paris, cedex 05.

La thèse décrit une recherche-action menée dans des classes de lycée en France et s'intéresse à la liaison nécessaire entre recherche en didactique, en laboratoire, et intervention pédagogique dans une classe.

Le premier chapitre est une étude bibliographique situant la recherche par rapport :

1. Aux travaux menés en résolution de problèmes de physique.

Les recherches qui s'inscrivent dans le paradigme expert/novice proposent un enseignement de la résolution de problèmes basé sur des instructions qui permettent aux étudiants de construire différentes représentations du problème. Celui-ci est, dans ces recherches, problème d'application de lois ou principes physiques appris, par ailleurs, par les étudiants.

D'autres recherches qui se situent dans le courant du «changement conceptuel», utilisent des situations-problèmes pour construire des connaissances nouvelles ou une méthodologie à partir de ce que les étudiants savent déjà.

Ces deux types de recherches diffèrent aussi bien par les pratiques sociales de référence que par les conceptions de l'apprentissage qui les sous-tendent.

2. Aux modèles pédagogiques déjà décrits dans la littérature; notamment les modèles définis dans la formation pour adultes et le modèle par investigation-structuration établi à la suite des travaux des équipes de l'Institut Pédagogique National de France sur l'enseignement des sciences.

3. Au cadre institutionnel français.

Deux chapitres relatent des études de cas d'apprentissage :

- d'une méthode de résolution de problèmes de physique,
- d'un concept de mécanique, la quantité de mouvement, introduit en classe de Seconde de lycée.

Les aides didactiques construites pour l'apprentissage, les situations d'apprentissage mises en place sont décrites et analysées. L'étude des résultats obtenus permet de porter un jugement sur la cohérence entre les objectifs poursuivis et les moyens mis en œuvre.

De nombreuses recherches ont été effectuées aussi bien en résolution de problèmes qu'en pédagogie, mais dans ce travail, les activités des élèves et de l'enseignant sont développées de manière approfondie et analysées en s'appuyant sur les «modes de travail pédagogique» introduits en formation d'adultes. Ceci permet de dégager des éléments caractéristiques des modes de travail pédagogique de type transmissif et appropriatif en situation scolaire.

La conclusion formule des propositions pour modifier les pratiques pédagogiques.