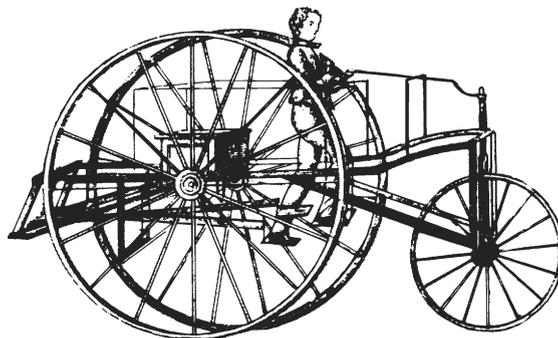


# INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA



## Y NOTICIAS

### TESIS DIDÁCTICAS\*

\* Recordamos que los datos que se precisan para la publicación de los resúmenes de tesis didácticas son los siguientes: título; autor o autora; tipo de tesis (doctoral o de maestría); director(es) o directora(s); departamento, universidad, programa en que se ha presentado; fecha de presentación; resumen de una extensión máxima de 4.500 caracteres.

#### **Diseño del trabajo de laboratorio con bases epistemológicas y cognitivas: el caso de carrera de profesorado de física**

Tesis doctoral

*Autora:* Andrés Zuñeda, M. Maite

*Directores:* Pesa, Marta y Meneses Villagrà, Jesús

*Lugar:* Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos

*Programa:* Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Burgos (España) y Universidad Federal Rio Grande do Sul (Brasil)

*Fecha:* 14 de septiembre de 2005

En la práctica educativa, tradicionalmente, se observa que los trabajos de laboratorio (TL) tienen fuerte énfasis en el aprendizaje de destrezas y técnicas de recolección y procesamiento de datos experimentales, poca relación explícita con referentes teóricos y poca claridad en cuanto a los objetivos de aprendizaje que se esperan lograr. Desde la práctica científica es difícil pensar en una actividad experimental desligada de las ideas teóricas, representativas o explicativas del mundo físico. Diversos autores

consideran que el TL en la enseñanza de las ciencias es importante para integrar los dominios conceptuales y fenomenológicos, y promover el desarrollo de una visión de la naturaleza de la ciencia más cercana al quehacer científico. En tal sentido, encontramos propuestas alternativas como los trabajos prácticos de investigaciones, en los que se hacen explícitos aspectos relevantes de la metodología científica, ligada de manera indisoluble a los marcos conceptuales y en los cuales se inserta. En esta tesis se toman como punto de partida estas propuestas, enfatiza la investigación en los procesos de aprendizaje y los obstáculos de orden cognitivo que confrontan los estudiantes durante el desarrollo del conjunto de actividades de un TL.

Si bien concordamos que en el laboratorio predomina el aprendizaje del dominio metodológico, en el que se identifican procesos típicos del quehacer de la ciencia, en interrelación indisoluble con algún marco teórico de referencia asociado a la situación, consideramos que la intención de aprendizaje será distinta si se aspira a una educación científica o a un entrenamiento científico.

Si el TL se concibe como un espacio de resolución de situaciones problemáticas, éste

demandará diversos tipos de tareas cuyo abordaje implica actividades cognitivas complejas. En consecuencia, se toma como marco de referencia la Teoría de Campos Conceptuales de G. Vergnaud y los aportes contemporáneos de la epistemología de la ciencia, y se desarrolla un modelo sobre la dinámica de aprendizaje en el TL en la enseñanza de la física (MATLaF) que considera las tareas propias del quehacer experimental como un conjunto de subproblemas, que demandan conceptualizaciones del dominio metodológico en interrelación indisoluble con los referentes del dominio teórico-epistemológico.

Se realizaron dos estudios de caso en el marco de un curso de laboratorio con estudiantes de profesorado de física. El primero, un estudio piloto para evaluar la viabilidad del modelo MATLaF y la metodología diseñada para su implementación didáctica e investigativa, a fin de obtener una primera aproximación de los Invariantes Operatorios (IO). El segundo, un ensayo dirigido a evaluar la efectividad de una propuesta sobre el desarrollo conceptual de los estudiantes en relación con el dominio teórico-metodológico-epistemológico, en un TL referido al tema de ondas mecánicas. Como el TL parece ser una de las actividades que más puede contribuir

con el desarrollo de una visión contemporánea sobre la naturaleza de la ciencia y el quehacer científico, se evaluó el impacto de los ensayos sobre las concepciones epistemológicas de los estudiantes.

Los resultados mostraron que al inicio de la investigación predominaba una concepción sobre la actividad experimental próxima a la que denominamos estándar: las acciones en el TL evidenciaban una desconexión entre los dominios teórico y metodológico, y la actividad experimental era vista como una tarea instrumental algorítmica, dirigida a encontrar la respuesta única. Después de la implementación didáctica, se observó que en el dominio teórico, frente a los problemas planteados, todos los estudiantes dejaron de activar aspectos relacionados con los conceptos que no se corresponden con las ideas de la ciencia, lo que podría ser una evidencia de una reconstrucción. En cuanto al dominio metodológico, concebir las tareas propias del quehacer experimental como situaciones problema, permitió a la mayoría de los estudiantes lograr discriminar las tareas entre sí y reconocer que su ejecución requiere de conceptos propios del campo conceptual relativos a la actividad experimental. Además, los estudiantes lograron interrelacionar lo teórico y lo fenomenológico en las diferentes fases del TL. En general, hubo una evolución favorable en el desarrollo conceptual teórico, epistemológico y metodológico de la mayoría de los alumnos, lo que consideramos aceptable desde el referencial teórico de este trabajo.

Se puede concluir que si el TL se problematiza y contextualiza en un dominio teórico, y además, se consideran los procesos cognitivos implicados en su abordaje, es posible promover una evolución en las concepciones de los estudiantes, tanto en el dominio teórico como en el metodológico, e incidir progresivamente en la construcción de una visión acerca de la ciencia próxima a la concepción más actual que describimos y llamamos «no estándar». Por lo tanto, resulta relevante explicitar estos aspectos como objetivos de aprendizaje del trabajo de laboratorio en la enseñanza de la física. En tal sentido, se ha establecido una primera aproximación del campo conceptual del laboratorio, identificando los conceptos propios de cada una de las tareas involucradas en el TL, y las clases de situaciones en las que es posible activar diversos rasgos de su significado. De esta forma se podrían diseñar, para los currículos de laboratorio, secuencias de situaciones jerarquizadas en atención a la complejidad conceptual, y evaluar su efectividad en atención a los objetivos de aprendizaje establecidos.

### Enseñanza y aprendizaje de modelos sobre el equilibrio químico. Una propuesta didáctica con alumnos universitarios españoles y argentinos

Tesis doctoral

*Autor:* Raviolo, Andrés

*Director:* Martínez Aznar, María Mercedes

*Lugar:* Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid

*Programa:* Didáctica de las Ciencias Experimentales

*Fecha:* 14 de diciembre de 2005

En los cursos universitarios de química, tanto en Argentina como en España, se observan algunos problemas que fueron abordados en la presente investigación, como por ejemplo que los alumnos: forman parte de un grupo numeroso en una misma aula, asumen la función de registradores de apuntes, resuelven sólo ejercicios numéricos, reciben una enseñanza que desconecta «teoría» y «práctica», tienen poco contacto con los fenómenos y con las imágenes, no interactúan cooperativamente con sus pares, sostienen concepciones alternativas después de la enseñanza, no construyen modelos explicativos abarcadores.

En esta investigación se ha trabajado el tema del equilibrio químico, central en la enseñanza de la química, pues profundiza y completa el estudio de la reacción química. En este contexto, el propósito final fue ahondar en el estudio del aprendizaje del equilibrio químico a través del desarrollo y evaluación de una propuesta didáctica.

La tesis comienza con una discusión sobre los fundamentos epistemológicos relacionados con el rol de los modelos y de las teorías en el desarrollo de la ciencia y en la enseñanza. En los fundamentos psicológicos se aborda el tema de las representaciones mentales de los individuos, clasificadas como proposiciones, imágenes y modelos mentales. En los fundamentos didácticos se analizan los niveles de representación de la materia necesarios para saber química y, en particular, el rol de las representaciones microscópicas y la inclusión de gráficos en la enseñanza. También, se hace referencia al uso de modelos, simulaciones y analogías.

Se realizaron exhaustivos estudios bibliográficos sobre el aprendizaje y la enseñanza del equilibrio químico y sobre la evolución histórica del concepto. Sobre la base de los resultados obtenidos en estos estudios, y en una investigación experimental preliminar llevada a cabo, se diseñó la Propuesta Didáctica (PD) que se desarrolló con alumnos de la U. Complutense de Madrid y de la Universidad Nacional del Comahue.

La PD adoptó el enfoque sugerido por Clement (2000) sobre la construcción de modelos en las aulas. En este enfoque, el proceso de aprendizaje consiste en recorrer un camino a través de *modelos intermedios* hasta alcanzar el *modelo objetivo* de la enseñanza. La PD está constituida por una serie de actividades

que utilizan diagramas con partículas (átomos, moléculas) y gráficos lineales. La secuencia de modelos conceptuales fue modelo discontinuo de la materia, modelo de las colisiones de la reacción química, modelo dinámico del equilibrio químico y modelo de respuesta de un sistema en equilibrio al ser perturbado. El objetivo es la integración de estos cuatro modelos en uno sobre el equilibrio químico que permita superar las concepciones alternativas mantenidas por el alumnado.

Algunas conclusiones finales son:

– En los estudios comparativos, entre alumnos de primer curso de distintas carreras y universidades, no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas tanto en logros como en concepciones alternativas sobre el equilibrio químico.

– La PD desarrollada fue un recurso eficaz en la enseñanza, pues los estudiantes que participaron en ella mostraron cambios significativos en sus concepciones originales, debidos a la aplicación de los modelos enseñados, y a la organización de su conocimiento.

– Muchas de las concepciones alternativas encontradas tuvieron un carácter fuertemente analógico con las ideas que sostenían sobre la ecuación química. Por ejemplo, la confusión entre los coeficientes estequiométricos de la ecuación química (simbólico) y las cantidades presentes en una situación experimental (macroscópico) se debió a la carencia de un modelo alternativo (submicroscópico).

– A partir de las respuestas de los alumnos se identificaron modelos mentales que pudieron ser explicados a la luz de teorías de dominio en el campo de la química y de teorías implícitas más generales, de carácter epistemológico y ontológico, como las ideas de que «un modelo es copia de la realidad» o «un proceso o interacción es materia o propiedad de la materia». Se profundizó en la naturaleza compleja del cambio conceptual a partir de la evolución en los niveles conceptual, ontológico y epistemológico.

– Tanto las imágenes que se presentan en la enseñanza, como las imágenes que construyen los estudiantes, tuvieron un rol fundamental en el aprendizaje. Por ejemplo, la imagen «de la balanza estequiométrica» estuvo en el origen de muchas de las dificultades sobre el tema. Esta imagen fue reemplazada por otras correctas durante el desarrollo de la PD.

– A lo largo de todo el trabajo se analizaron los distintos tipos de modelos clasificados de acuerdo con su estatus ontológico: modelos mentales, modelos expresados, modelos consensuados, modelos científicos, modelos históricos, modelos del currículo, modelos enseñados y modelos pedagógicos.

– Las dificultades encontradas en los estudiantes, durante el aprendizaje del equilibrio químico, pudieron ser explicadas en función de tres indicadores de calidad educativa: las características del alumno que ingresa a la universidad, el plan de estudios y el proceso de enseñanza y aprendizaje.