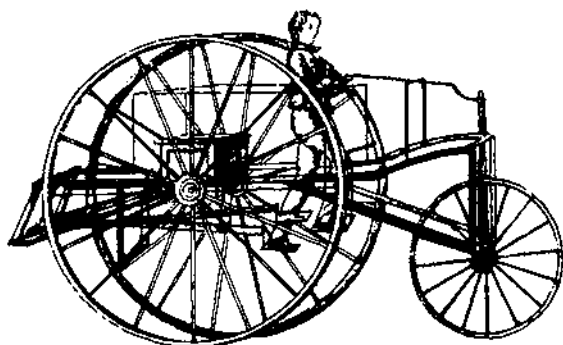


# INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA



## 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 un máximo dos folios Din A-4 preferentemente acompañado de disquete.

#### ESTUDIO DE LAS CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS SOBRE ALGUNOS ASPECTOS DE LAS DISOLUCIONES Y DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN ELLAS

*Tesis doctoral*

Autor: Angel Blanco López

Directora: Teresa Prieto Ruz

Lugar: Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Sociales y Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga.

Fecha: 5 de octubre de 1995.

Las disoluciones ocupan un lugar central en el currículo y en la enseñanza de la química de todos los niveles educativos. A su vez, constituyen un conjunto de fenómenos que son bastante cotidianos, de forma que podríamos decir que perte-

necen por igual al «mundo de la química» y al de la «vida cotidiana», y que en ambos se pueden generar significados propios sobre las mismas. Partiendo de estos supuestos, se puede apreciar la importancia de su estudio desde la perspectiva de las posibles influencias que «las ideas de los alumnos» puedan ejercer en la comprensión y el aprendizaje de la química de las disoluciones.

La investigación desarrollada tiene por objeto identificar y describir las «ideas o concepciones personales» que los alumnos poseen sobre algunos aspectos claves del tema de disoluciones y analizar la convivencia entre éstas y los contenidos escolares y su posible procedencia.

Se ha planteado el estudio de las «disoluciones» en un sentido amplio, considerando tanto los «procesos de disolución» como los «sistemas materiales». Se ha trabajado desde una perspectiva más «cualitativa» que «cuantitativa» de la investigación didáctica, con un diseño lo

suficientemente abierto y flexible para que, a partir del esquema inicial, se pudiera profundizar en aquellos aspectos que se iban mostrando más importantes a medida que la investigación avanzaba. Se han utilizado preguntas y tareas abiertas que requerían diferentes tipos de respuestas: explicaciones, dibujos, predicciones, observaciones...; recogiendo datos en diferentes contextos y con varios instrumentos.

En la primera fase del trabajo, centrada en la etapa 11-14 años (2ª etapa de EGB), han intervenido 389 alumnos de cuatro centros de Málaga. Mediante cuestionarios, entrevistas y actividades de clase se han estudiado las concepciones de los alumnos sobre diversos aspectos de las disoluciones y la evolución de éstas durante ese período.

En una segunda fase, consistente en un estudio transversal en la etapa 12-18 años, han intervenido 460 alumnos pertenecientes a 17 grupos de 11 centros dife-

rentes de Málaga. Se ha profundizado en el estudio del papel de los factores externos (agitación e incremento de temperatura) y cómo los alumnos entienden su influencia en el proceso de disolución de un sólido en agua. Se han caracterizado y analizado los diferentes esquemas explicativos utilizados por los alumnos, su naturaleza y el grado de desarrollo de los mismos en diferentes niveles de la educación secundaria.

Los resultados y las conclusiones que se han obtenido podrían resumirse en los siguientes apartados:

a) En el período 11-14 años, los aspectos perceptivos juegan un papel determinante en el conocimiento manifestado por los alumnos frente a una muy escasa consideración de la estructura corpuscular de la materia. La valoración, desde el punto de vista químico, de las ideas puestas de manifiesto ha permitido diferenciar aquellos aspectos en los que se producen avances de aquéllos otros en los que no. Se aprecian avances en:

- el grado de generalidad con que los alumnos explican el proceso;
- la conceptualización del proceso como algo que ocurre entre dos sustancias;
- amplitud del campo de casos asociados al fenómeno;
- la adecuación de los ejemplos al concepto químico de disolución.

Por el contrario, no se aprecian en:

- la distribución «uniforme» de las sustancias disueltas;
- la aceptación de la reversibilidad de la disolución;
- la conservación de la masa;
- las razones por las cuales las sustancias se disuelven;

b) De las dos tendencias descritas, la que se ha denominado «sólido» engloba aquellas explicaciones que se centran en lo que le ocurre al sólido durante el proceso, sin mencionar una posible relación o interacción entre sólido y disolvente. La que hemos denominado «ambas» corresponde a las explicaciones que centran su atención en algo que ocurre entre los dos componentes solutodisolvente. A lo largo de la etapa 11-14 años, junto con un aumento del vocabulario científico y de la precisión con que se usa, se aprecia un progreso que va desde explicar el proceso con la tendencia «sólido» a conce-

birlo como «algo que ocurre entre dos sustancias», con diferentes grados de aproximación a la explicación química. Los alumnos de la tendencia «ambas» manifiestan una mejor comprensión de algunos aspectos de las disoluciones que los de la tendencia «sólido».

c) De los resultados obtenidos, descritos y analizados en la segunda fase de la investigación destacan dos aspectos fundamentales: la frecuencia y la persistencia en el tiempo de las ideas que indican una visión del papel de la agitación y la temperatura en el proceso de disolución de la sal en agua como requisitos imprescindibles y, paralelamente, el escaso avance de las ideas escolares sobre los mismos en un largo período de indudable desarrollo intelectual y en el que los alumnos han estudiado química en más de una ocasión. Estos resultados se interpretan en términos de la influencia de varios factores de diferente naturaleza:

- la existencia de un esquema de pensamiento basado en un modelo causal lineal fuertemente anclado en la mente de los alumnos y que se puede activar cuando no se tienen otros esquemas explicativos ante estos aspectos;
- el refuerzo mutuo entre las experiencias cotidianas y algunas escolares de disolución de un sólido en un líquido que casi siempre se hacen, o se describen, utilizando la agitación sin que, en muchos casos, se aclare el papel que juega en la disolución;
- la escasa asimilación o posibilidad de utilización de conceptos relativos a la teoría corpuscular de la materia (especialmente las de movimiento e interacción a nivel molecular).

d) En cuanto a la posible procedencia de las ideas de los alumnos, se ha puesto de manifiesto una influencia desigual de los dos contextos considerados a lo largo de la investigación. Por una parte, el concepto de disolución es asociado a una gran variedad de situaciones que, si bien contienen casos de la vida diaria y del ámbito escolar, ponen de manifiesto la existencia de un «campo de experiencias y estímulos», una «cultura», común para todos los alumnos sobre el mismo, abundante en situaciones extraescolares.

El contexto cotidiano muestra una gran influencia en algunas de las ideas alternativas que resultan bastante persistentes en el período estudiado (representaciones no homogéneas de las disoluciones, ideas de no reversibilidad, ejemplos asociados al concepto...).

Finalmente, en el trabajo se presentan una serie de consideraciones didácticas

para la enseñanza de las disoluciones, sobre todo en los niveles iniciales de la química, y algunas sugerencias para continuar la investigación.

## ENSEÑANZA DE LAS ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS (EDO) A QUÍMICOS Y BIÓLOGOS DESDE LA PERSPECTIVA DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS

*Tesis de maestría*

Autor: *Moreno Moreno, M. Mar*  
Directora: *Carmen Azcárate Giménez*  
Departamento: *Didáctica de les Ciències Experimentals i les Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona*  
Fecha: *29 de septiembre de 1995.*

La preocupación por la enseñanza de las matemáticas llamadas avanzadas ha motivado el interés por conocer y profundizar sobre aspectos de la enseñanza de las matemáticas en facultades experimentales, en los que tanto el receptor como el discurso adquieren una importancia singular.

La primera intuición fue que los contenidos matemáticos explicados en los cursos iniciales de universidad no variaban considerablemente según las diferentes formaciones científico-técnicas de los estudiantes. La primera indagación en este sentido evidenció que no había un discurso específico de matemáticas para biólogos, y que las únicas diferencias respecto al mismo contenido matemático en otras facultades radicaban en el nivel de exigencia. A partir de estas evidencias nos planteamos un análisis y reflexión en profundidad sobre algunos aspectos de la enseñanza de las E.D. en facultades de ciencias experimentales, siempre desde la perspectiva del profesor de matemáticas. El objetivo general del estudio era: buscar, detectar y confirmar hechos descubiertos e intuidos acerca de cuáles son las concepciones de los profesores de matemáticas sobre la enseñanza de las E.D.O. a estudiantes de química y biología. A su vez, nos marcamos dos objetivos particulares que articularán nuestro estudio:

- 1) Indagar sobre los esquemas conceptuales de los profesores acerca de la en-

señanza de las E.D. a los estudiantes de ciencias experimentales.

2) Detectar y descubrir obstáculos y dificultades de la transposición didáctica del «saber sabio» al «saber que debe ser enseñado».

El marco teórico que nos sirve como modelo que explica los hechos detectados, descubiertos e intuitivos, se basa en aspectos cognitivos, didácticos y pedagógicos. Así, hemos concedido especial importancia a la noción de «esquema conceptual» asociado al concepto matemático de E.D., desarrollada por Vinner y Tall y posteriormente perfilada y matizada por Dreyfus y Tall, así como a las conexiones entre esquemas conceptuales existentes y los procesos de representación y abstracción base del crecimiento cognitivo: Tall y Dreyfus.

También hemos considerado determinados aspectos que hacen referencia al profesor, tales como los relativos a sus actitudes y creencias respecto a los diferentes elementos que integran el sistema educativo y los aspectos de toma de decisiones, planificación y estilo docente.

Finalmente, al considerar las E.D. como saber constituido fuera del contexto educativo, que está en continua evolución histórica y epistemológica, nos interesa de forma especial el fenómeno de «transposición didáctica» (Chevallard), que nos explica lo que sucede cuando este saber se introduce en el contexto educativo y se transforma en «materia que debe ser enseñada», constituyéndose como un «nuevo saber» con una epistemología propia.

La metodología seguida en el estudio es cualitativa, de naturaleza descriptiva, holística y exploratoria. A partir de un estudio en profundidad de cuatro casos hemos tratado de abarcar el fenómeno en su conjunto, tanto a partir de materiales proporcionados por el profesor como por las actividades y sesiones de trabajo que se realizaron individual y conjuntamente.

La muestra la forman cuatro profesores de matemáticas que dan clases en facultades de química y biología. Por su recorrido profesional y exigencias docentes, todos ellos llevan años impartiendo la asignatura de E.D. y son conocedores de ésta.

Los materiales usados para recoger información fueron:

— un mapa conceptual sobre las concepciones de los profesores acerca de la enseñanza de las E.D. a químicos y biólogos;

— un cuestionario para profesores formado por cuatro cuestiones, seleccionadas entre las preguntas de exámenes que fueron proporcionados por los profesores de la muestra. Cada cuestión contenía preguntas abiertas y cerradas.

Todos estos materiales se conjugaron con el análisis de los programas de estudio propuestos por cada profesor, materiales de aula y enunciados de los exámenes propuestos. Además, se realizó una sesión de trabajo que consistía en una entrevista grabada de aproximadamente una hora y media de duración.

El análisis de los datos se realizó tomando como punto de referencia la entrevista grabada; así, se realizó un análisis del mapa conceptual de cada profesor apoyado en sus explicaciones grabadas. El análisis del cuestionario fue pregunta por pregunta; nos apoyamos en la entrevista grabada para explicitar matices que no quedaron claros en las respuestas de éste.

Finalmente, tratamos de hacer un análisis conjunto que pretendía aunar características propias de cada profesor procedentes de todas las fuentes de datos de que disponíamos. El análisis aunque largo y tedioso, resultó ser muy fructífero y rico en detalles.

Las conclusiones, fruto de la reflexión profunda y apoyadas en el marco teórico elegido, nos llevaron a la tipificación de los profesores en tres estilos docentes: tradicional, transitorio y avanzado. Estos estilos docentes «incumplen» ciertos principios básicos cognitivos y didácticos, generando obstáculos que impiden el desarrollo adecuado del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Así, los estilos tradicional y transitorio no favorecen la flexibilidad del pensamiento, con lo cual los esquemas conceptuales de los estudiantes son muy pobres. Además, la generación de representaciones asociadas al concepto de E.D. son muy escasas, lo que reduce el número de conexiones entre esquemas conceptuales y dificulta la recuperación cognitiva de esquemas existentes. La consecuencia suele ser la rutinización de las secuencias de actividad.

Por el contrario, el estilo avanzado al plantear desde un principio diferentes representaciones de las E.D., favorece la creación de esquemas conceptuales asociados a este concepto. Las conexiones entre esquemas conceptuales son múltiples y se maximiza la recuperación cognitiva.

Desde el punto de vista didáctico, el estilo avanzado es un buen ejemplo de la

teoría de las situaciones didácticas (Brousseau) y de propuesta curricular al servicio de los estudiantes con una línea metodológica que los motiva y deja muy claros los objetivos desde el principio.

## DELS ERRORS A LA METACOGNICIÓ: ANÀLISIS I EXPLICACIÓ D'UNA EXPERÈNCIA A LES ÀREES DE CIÈNCIES I MATEMÀTIQUES

*Tesis de maestría*

Autor: *Francisco Bello*

Directoras: *C. Azcárate y N. Sanmartí*  
Lugar: *Universitat Autònoma de Barcelona*

Programa: *Doctorat en Didàctica de les Ciències i les Matemàtiques*

Fecha: *Octubre de 1994.*

La investigación que se presenta en estas líneas parte de una pregunta aparentemente inocente: ¿qué hemos de hacer los profesores y las profesoras para que los alumnos identifiquen y corrijan los errores? O dicho de forma más precisa: ¿cuáles son las dificultades para esa identificación y esa corrección?

El estudio se centró en la observación de una experiencia de *enseñanza activa* de 1º de ESO cuyo objetivo era la construcción de conocimientos de ciencias y de matemáticas, desarrollados de forma interdisciplinar.

Si se ha empleado el adjetivo de *inocente* para indicar la pregunta central de la investigación es para poner de manifiesto que esa pregunta tiene sentido para cualquier grupo de profesores, tengan o no unas concepciones didácticas elaboradas, científicas o intuitivas, al respecto. Igualmente se puede considerar significativo para la mayoría del profesorado un hecho que la investigación puso reiteradamente de manifiesto, a saber: *cuando los alumnos y las alumnas habían de rehacer una tarea previamente revisada por el profesor, el cual había escrito comentarios sobre los errores de la primera producción, éstos, los alumnos, tendían a incorporar esos comentarios de forma literal y, en muchas ocasiones, a no reproducir los éxitos de la primera respuesta*, lo que evidenciaba una cierta incompreensión de esos errores o una cierta incomunicación entre el profesor y sus alumnos.

Ahora bien, en relación con otros hechos, también relacionados con la realización de tareas, las concepciones intuitivas parecen claramente insuficientes, tanto para detectarlas como para explicarlas. Así: a) *frecuentemente, los alumnos, cuando habían de realizar alguna tarea, tenían dificultades para identificar lo que el profesor quería que hicieran, es decir, carecían de criterios propios para identificar la tarea*; b) *el diseño de esas tareas por el profesor evidenciaba y requería una lógica, una concepción, próxima al conocimiento científico y que el alumno no tenía ni necesitaba para realizarlas. La interacción se sostenía en indicaciones bastante directas del profesor*.

Veamos un par de ejemplos. En el primero, el profesor diseña con los alumnos de 1º de ESO un experimento para validar hipótesis referentes a los siguientes temas: a) *¿las sombras se mueven con regularidad?*; b) *¿las sombras se acortan o se alargan regularmente?* Esta tarea presupone una serie de principios científicos tales como *el de la validación experimental, el de la separación de las variables pertinentes, el de la medida...* nada triviales y que no fueron incorporados a la interacción; no fueron comentados. La repercusión en la actividad de los alumnos, su dependencia de indicaciones directas del profesor, se pone de manifiesto en los siguientes hechos: confusión entre las dos preguntas, incapacidad para relacionarlas con alguna de las variables (ángulo y longitud) o para relacionar su medida con la confirmación de las hipótesis. La misma idea de hipótesis, de resultado general, no parecían diferenciarla de cualquier opinión más o menos espontánea.

El segundo ejemplo puede corresponder a una clase de COU. Es una situación en la que los alumnos han de construir un concepto, en concreto, el de subespacio vectorial, mediante la tarea de incluir objetos concretos en ese concepto: *razón si tal subconjunto es un subespacio de...* Para realizarla, el alumno o la alumna dispone de la definición correspondiente, lo que es obviamente insuficiente. En efecto, a partir de esa definición podemos suponer con más o menos realismo que los alumnos son capaces de separar los índices que identifican el concepto de subespacio, pero no por ello serán capaces de realizar la mencionada tarea, ya que ésta exige también tener en cuenta las reglas de la *inclusión lógica*, y que no

están en la definición ni en el pensamiento espontáneo. Se puede argumentar que esas reglas son evidentes, innatas, porque son lógicas. Seguramente la mayoría del profesorado de matemáticas sostendría esa afirmación.

Pues bien, esta investigación parte justamente de la hipótesis contraria, de la contraposición entre la lógica formal y la lógica espontánea, de la no continuidad entre una y otra. Es esta paradoja lo que explica, en buena medida, la incomunicación que mencionaba anteriormente o la necesidad de indicaciones muy directas del profesor para que el alumno pueda realizar la tarea.

Seguramente las lectoras y los lectores más piagetianos encontrarán polémicas las afirmaciones anteriores, pero la brevedad de este resumen no permite una argumentación más desarrollada. Por otro lado, la investigación nos propone otro ángulo teórico más poderoso, desde el cual se pueden hacer algunas propuestas operativas para resolver los mencionados conflictos y que ofrece posibilidades descriptivas más completas. Me refiero a la *teoría de la actividad* de la Escuela Soviética: Leontiev, Galperin, Talizina... En este marco teórico el concepto de tarea es central. Sostiene que la construcción de cualquier conocimiento, en realidad, el desarrollo de las funciones superiores, se hace a través de la *formación mental de determinadas tareas*. Por ejemplo, el concepto de subespacio se construye formando la tarea que se caracteriza por *tener en cuenta los índices que diferencian ese concepto de otros y por tener en cuenta las reglas de la inclusión lógica*. Pues bien, la formación de una tarea, según la mencionada teoría, sigue tres niveles estructurales diferentes: a) *el nivel orientativo*, lo que orienta a la persona en la realización de la tarea, *la base orientadora*, formada por la representación mental que se tiene de la tarea; b) *el nivel ejecutor*, imprescindible obviamente para formar la tarea, y que muchas metodologías didácticas no tienen en cuenta, pensando que es suficiente entender para hacer; c) *el nivel de autocontrol*, que es una cierta mirada sobre lo que se va haciendo, imprescindible para apropiarse de la tarea, y que no consiste en seguir atentamente las indicaciones del profesor.

Estos tres niveles se dan siempre en el aprendizaje de una tarea y su formación debe pasar por diferentes estados: *mate-*

*rial o materializado* (el alumno o la alumna realiza la tarea prácticamente), *verbal* (el alumno realiza la tarea mediante palabras), y *mental*, aunque la mayoría de metodologías didácticas limitan enormemente su desarrollo, y no sólo porque no tengan en cuenta la necesidad de esas tres formas de realizar la tarea, sino por razones más elementales. En efecto, observemos los ejemplos mencionados anteriormente desde estos conceptos. Vemos que la *base orientadora* de los alumnos no incluye características esenciales de las tareas, justamente las que manifiestan el carácter científico de las matemáticas o de las ciencias, lo que les obliga a depender de las indicaciones permanentes y directas del profesor para poderla *ejecutar*, y ello tiene como consecuencia que no puedan desarrollar el *autocontrol* de lo que hacen.

Volviendo al tema de la incomunicación sobre los errores, ¿cómo se puede aspirar a que el alumno entienda nuestros comentarios si su *base orientadora* de la tarea no incluye la característica que el error pone de manifiesto? Corregir esta situación parece exigírnos, pues, al menos la explicitación de todas las características de las tareas teniendo en cuenta su dimensión orientadora del trabajo de los alumnos, lo que nos obligará a una serie de actividades de tipo epistemológico, difíciles de realizar individualmente por cada profesor o profesora.

Pero hay algo más. ¿Cómo podremos conseguir que el alumno oriente su trabajo atendiendo al conjunto de características de las tareas mientras el control de las mismas lo tiene el profesor? ¿Cómo podremos siquiera aspirar a desarrollar ese papel orientador dentro del sistema de evaluación que se practica en la mayoría de los centros, no sólo limitado a la dimensión puntuadora, sino basado en el supuesto de que es imposible el autocontrol? En consecuencia, la corrección que mencionaba anteriormente exige también una serie de actividades metacognitivas o autoevaluadoras, orientadas a la identificación de los éxitos y de los errores, ambos igualmente positivos para la formación del saber, y ambos seguramente imprescindibles para la construcción de *un buen sistema de pilotaje interno* del proceso de aprendizaje, que es, en definitiva, la propuesta de esta investigación.