

**PROBLEMÁTICA DIDÁCTICA DEL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES**

*Valcárcel Pérez, M.ª Victoria; Pro Bueno, Antonio; Banet Hernández, Enrique; Sánchez Blanco, Gaspar. Universidad de Murcia. 1990.*

Índice General

Introducción, 9

Capítulo 1. Referencias para la acción didáctica, 11

1.1. Análisis científico de los contenidos, 14

1.1.1. Mapas de conceptos, 16

1.2. Problemática didáctica. Ideas de los alumnos, 21

1.3. Un modelo de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. Aportaciones del constructivismo, 30

Capítulo 2. Electricidad: circuitos eléctricos, 37

2.1. Problemática científica, 38

2.1.1. Análisis de un planteamiento habitual, 38

2.1.2. Una necesidad real: establecer relaciones, 42

2.2. Problemática didáctica. Ideas de los alumnos, 44

2.2.1. Revisión de aportaciones en la literatura científica, 45

2.2.2. Consideraciones sobre nuestro contexto educativo, 48

2.3. Consideraciones para la Enseñanza, 54

2.4. Anexos del capítulo, 59

2.4.1. Desarrollo esquemático del "Estudio cualitativo de los C.E.", 59

2.4.2. Desarrollo esquemático del "Estudio cuantitativo de los C.E.: conceptualización", 61

2.4.3. Desarrollo esquemático de "Profundización conceptual y aplicación a nuevas situaciones", 65

Capítulo 3. Los alimentos y su digestión, 69

3.1. Problemática científica, 70

3.1.1. La composición de los alimentos, 71

3.1.2. El proceso digestivo, 73

3.1.3. Los alimentos y sus funciones. Alimentación equilibrada, 74

3.1.4. Procesos de Nutrición Humana, 77

3.2. Problemática Didáctica. Ideas de los alumnos, 80

3.2.1. Las sustancias nutritivas, 82

3.2.2. El aparato digestivo y la digestión de los alimentos, 86

3.2.3. Las funciones de los alimentos, 92

3.2.4. A modo de conclusión, 96

3.3. Consideraciones para la Enseñanza, 100

3.3.1. Punto de partida, 101

3.3.2. Secuencia de enseñanza, 102

3.3.3. A modo de conclusión, 122

Capítulo 4. Calor y fenómenos caloríficos, 125

4.1. Problemática científica, 126

4.1.1. Fenómenos caloríficos, 127

4.1.2. Conceptos y leyes, 130

4.1.3. Teorías y modelos, 133

4.2. Problemática didáctica. Las ideas de los alumnos, 135

4.2.1. Temperatura, 139

4.2.2. Calor, 142

4.2.3. Equilibrio térmico, 144

4.2.4. Proceso de calentamiento, 146

4.2.5. Conducción, 149

4.2.6. Cambio de estado, 151

4.2.7. Conclusiones, 153

4.3. Consideraciones para la Enseñanza, 154

4.3.1. Implicaciones didácticas, 154

4.3.2. Propuesta didáctica, 157

Referencias bibliográficas, 165

## TESIS DIDÁCTICAS

**LOS ESQUEMAS CONCEPTUALES SOBRE LA SELECCIÓN NATURAL: ANÁLISIS Y PROPUESTAS PARA UN CAMBIO CONCEPTUAL**

Tesis Doctoral

Autora: *María Pilar Jiménez Aleixandre.*  
 Director: *Dr. Joaquín Fernández Pérez.*  
*Leída el 22 de Enero de 1990 en la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid.*

Esta investigación se inserta en la línea de estudio de la persistencia de las ideas alternativas en las y los estudiantes, y las estrategias instruccionales que pueden promover el cambio conceptual, en la perspectiva que contempla el aprendizaje como una reconstrucción de los conocimientos por parte de la persona que aprende.

El problema del aprendizaje de la Selección Natural se aborda desde tres dimensiones complementarias:

1. Las ideas e interpretaciones de las y los estudiantes de Enseñanza Secundaria sobre el cambio en los seres vivos, desde el punto de vista de su correspondencia —o la falta de ella— con las aceptadas por la comunidad científica y enseñadas en la escuela.

2. La persistencia —o el cambio— de estas ideas, en relación con la metodología empleada en la enseñanza de la Selección Natural, tanto en los libros de texto como por parte del profesorado.

3. La posibilidad de diseñar materiales y estrategias que, partiendo de las ideas del alumnado promuevan un cambio en ellas hacia otras que se correspondan con la "ciencia escolar".

### 1. Las ideas de las y los estudiantes

Hipótesis de partida: una gran proporción de estudiantes mantiene ideas —que constituyen esquemas conceptuales alternativos— sobre la evolución por selección natural distintas del modelo darwinista.

Los datos analizados son respuestas a cuestiones abiertas sobre la diversidad de las especies y el cambio en los seres vivos, por parte de estudiantes de 1º de BUP. Puesto que se pretendía evaluar el conocimiento procedimental, las cuestiones planteaban problemas en los que no aparecían los términos "selección natural", "evolución", ni "adaptación".

El análisis de los resultados muestra que la mayoría de los estudiantes explican el cambio por mecanismos distintos al darwinista. Las respuestas más numerosas son las lamarckistas —del 50% a 2/3 según las cuestiones— que lo explican por cambios individuales como respuesta a condiciones del medio. Las respuestas darwinistas no pasan del 5%. Estos resultados concuerdan con la situación descrita en otros países, y también se evidencia cierto paralelismo entre las ideas del alumnado y las mantenidas por científicos anteriores a Darwin.

### 2. Acción de la instrucción

Hipótesis de partida: la enseñanza de la Biología practicada actualmente no modifica estas ideas ni las tiene en cuenta.

En esta segunda cuestión se han analizado tanto los resultados del aprendizaje, como la forma en que se enseña la evolución. En cuanto al aprendizaje los datos analizados son respuestas de estudiantes de COU —durante el curso y en las pruebas de Selectividad— y de 2º de Biológicas, a 3 problemas, uno de los cuales había sido resuelto por la muestra de 1º de BUP.

La comparación entre los tres niveles educativos muestra que en todos ellos siguen dándose explicaciones alternativas a la selección natural. Las categorías de respuesta son similares en los 3 niveles, y la proporción de ideas lamarckistas elevada, incluso en la Universidad. Las diferencias entre 1º y COU son poco significativas, siendo mayores entre el conjunto de Secundaria y Universidad.

Con la instrucción, las ideas darwinistas se presentan en forma más estructurada y coherente, pero también sucede lo propio con las lamarckistas, lo que sugiere

un aprendizaje no significativo. En todos los niveles aparecen respuestas en las que coexisten interpretaciones darwinistas y lamarckistas, lo que podría indicar que para los y las estudiantes ambas explicaciones no resultan incompatibles. La hipótesis se ve reforzada por haber tomado muestras sólo entre estudiantes que se especializan en la disciplina: se trata de dificultades en el desarrollo cognitivo ligado a un campo disciplinar concreto.

Se ha analizado también la consistencia mostrada por cada persona al responder a lo que son formas distintas de una misma cuestión biológica. Por un lado, el comportamiento como grupo, muestra que los problemas no son percibidos como la misma situación biológica, habiendo más dificultad para resolver uno de ellos (efecto de los insecticidas). Esta incapacidad para reconocer pautas comunes entre fenómenos biológicos puede dificultar la transferencia de los conocimientos científicos a situaciones nuevas.

Además, en cuanto al comportamiento individual, las tablas de contingencia muestran un cierto grado de consistencia, especialmente en la Universidad, mientras que en Secundaria es elevado el número de personas que utilizan distintas ideas según los contextos.

En conjunto los datos sugieren que se puede hablar de la existencia de esquemas conceptuales, como conjunto coherente de ideas que son empleadas por las personas para resolver una situación. Se han identificado dos de estos esquemas: el darwinista y el lamarckista, y una serie de concepciones que forman parte de cada uno, siendo algunas de ellas centrales y otras accesorias, pero estando estrechamente relacionadas en ambos casos las ideas sobre evolución y las ideas sobre genética.

De forma complementaria se ha analizado también la instrucción desde el punto de vista del profesorado y de los libros de texto. La metodología empleada ha sido el análisis de contenido en los textos, y las pruebas pasadas a profesorado en formación y en ejercicio. Los datos muestran que los textos no tienen en cuenta las ideas alternativas en la presentación de la evolución, así ninguno de los analizados plantea actividades para explorar las ideas de los estudiantes, ni se refieren a las interpretaciones lamarckistas como ideas actuales.

En cuanto a las y los docentes se ha analizado su capacidad de diagnóstico de ideas alternativas, la planificación —o la falta de ella— de estrategias para su modificación, y el empleo como criterio —al juzgar los textos— de la atención a las ideas alternativas. Los datos muestran que los profesores y profesoras no plani-

fican una estrategia tendente a la modificación de las ideas alternativas, y, en muchos casos, ni siquiera se plantean su existencia.

### 3. Un estudio de aula: cómo lograr el cambio conceptual

Siendo una de las hipótesis de este trabajo que la falta de una metodología específica frente a estos problemas, por parte de textos y profesorado, es una de las causas fundamentales que explicaría por qué —a pesar de la instrucción sobre el tema— persisten estas interpretaciones lamarckistas, para poner de manifiesto más claramente esta relación, es preciso averiguar si con otras estrategias, que sí tengan en cuenta estas ideas, puede lograrse el cambio conceptual.

Esta parte de la investigación es un estudio de tipo más cualitativo, con dos grupos de 1º de BUP, con los que se puso en práctica una unidad didáctica diseñada desde una perspectiva constructivista, con unos materiales y estrategias que reúnen, entre otras, las siguientes características:

- Proponer actividades para explorar las ideas de las y los estudiantes, y para evidenciar la falta de capacidad explicativa de las ideas alternativas.

- Introducir la ciencia escolar (el modelo darwinista) con actividades que favorezcan la utilización de las nuevas ideas en una amplia variedad de situaciones.

- Comparar explícitamente las ideas nuevas con las alternativas.

Partiendo de la hipótesis de que uno de los principales obstáculos para la sustitución de las ideas lamarckistas por las darwinistas es la falta de percepción de la oposición entre estos dos modelos, las diferencias entre el grupo experimental y el de control se refieren a la comparación explícita entre el modelo darwinista y sus propias ideas lamarckistas. Este diseño es uno de los aspectos más originales de la investigación.

Los datos muestran un comportamiento similar —y parecido a la muestra a la que se hace referencia en el punto 1— en el pretest, dando respuestas mayoritariamente lamarckistas. Esto muestra, por otra parte, la incapacidad de los ítems tradicionales para revelar las dificultades de las y los estudiantes.

En el postest se utilizaron dos tipos de cuestiones, unas en las que se solicitaba la repetición de conocimientos, que fueron contestadas de forma similar (y mayoritariamente correcta) por ambos grupos; y otras en las que se solicitaba la aplicación a situaciones nuevas. En estas últimas, aparecen diferencias significativas

entre ambos grupos, a favor del grupo experimental, que muestra mejores resultados en las cuestiones que requieren transferencia de lo aprendido a otros contextos.

Es decir, parece que puede afirmarse que una estrategia que tiene en cuenta las ideas alternativas lamarckistas, comparándolas explícitamente con las darwinistas, logra mejores resultados en el aprendizaje —en lo referente a una mayor proporción de estudiantes que emplean el esquema darwinista, aplicándolo a contextos distintos de los ejemplos de la instrucción— que otra que no realiza esta comparación.

En resumen, los distintos datos aportados en esta investigación relacionan estrechamente los problemas en el aprendizaje de la selección natural y la persistencia de ideas alternativas, con las deficiencias en la forma de enseñarla, particularmente con la falta de atención a los conocimientos e ideas que las y los estudiantes aportan a la instrucción, por parte de textos y profesorado.

Con la intención de unir al análisis crítico algunas perspectivas de solución, se ha llevado a la práctica un diseño que

pretende enfrentarse a estas deficiencias, fundamentado en el modelo de aprendizaje como cambio conceptual, y basado en la comparación explícita de las interpretaciones de la "ciencia escolar", y alternativa.

*El Servicio de Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid realiza una edición limitada de las Tesis Doctorales, distribuyendo una copia a las Universidades españolas.*

**UM ESTUDO PSICOGENÉTICO DAS IDÉIAS QUE EVOLUEM PARA A NOÇÃO DE CAMPO. Subsídios para a construção do ensino desse conceito**

Autor: Roberto Nardi - Dept. de Física - Universidade Est. de Londrina.  
Orientador: Dra. Anna Maria Pessoa de Carvalho.  
Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação.

O objetivo principal desta pesquisa foi verificar como ocorrem as idéias que evoluem para a noção de campo, a partir das explicações dadas em entrevistas clínicas por sujeitos de uma amostra, escolhidos aleatoriamente entre estudantes de 1ª série do 1º grau á 3ª série do 2º grau. Fazem parte do estudo um levantamento histórico das idéias que evoluíram para o conceito de campo e a discussão sobre o uso de estudos psicogenéticos e da História da Ciência como subsídios para a construção do ensino de conceitos científicos. A parte experimental consta de um levantamento das explicações causais dadas pelos sujeitos, a partir de cinco situações desencadeadoras envolvendo o conceito de campo. O levantamento dos dados obtidos permitiu classificar os sujeitos segundo níveis representativos de diferentes explicações causais. Os dados emergentes das entrevistas clínicas permitiram também verificar nos sujeitos a evolução do léxico científico e a influência do modelo de campo passado pela televisão aos sujeitos através de desenhos animados. Das conclusões constam implicações pedagógicas sobre os aspectos acima evidenciados.

## CENTROS DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

**LONDON CENTRE FOR THE HISTORY OF SCIENCE, MEDICINE AND TECHNOLOGY**

*Postgraduate Studies*

The London Centre for the History of Science, Medicine and Technology combines the resources of Imperial College, University College, the Wellcome Institute for the History of Medicine and the Science Museum. It provides the largest concentration of facilities and expertise in this area in the United Kingdom.

All participating institutions are situated in central London. The Wellcome Institute and University College are in Bloomsbury, near to the British Library and the British Museum. The Science Museum and Imperial College are in South Kensington, near to the Victoria and Albert Museum and the Natural History Museum.

The Centre offers one year full-time and two year part-time courses leading to the

degree of M.Sc. in the History of Technology; History of Science and Technology; History and Philosophy of Science. In all cases the degree is awarded by examination and course work assignments. Applicants should have a good undergraduate degree, but prior experience of the subjects is not a prerequisite. The Centre also offers unrivalled opportunities for Ph. D. research.

Enquiries on the History of Technology to Dr. N.A.F. Smith, Reader in the History of Technology, other enquiries to Dr. J.A. Secord, Lecturer in the History of Science, Sherfield Building, Imperial College of Science and Technology, London, SW7, 2AZ, U.K.

