

28-10-97

POZO MUNICIO

AYUDAS 94

I/1008

CAMBIO CONCEPTUAL EN QUIMICA

Investigación realizada por

JUAN IGNACIO POZO MUNICIO

Director

MIGUEL ANGEL GOMEZ CRESPO

Asesoramiento en el diseño y realización de los análisis estadísticos:

ANTONIO PARDO

Esta investigación ha sido realizada dentro del Programa de Ayudas a la investigación educativa del CIDE en la convocatoria de 1994

TÍTULO DEL PROYECTO INICIAL : "El cambio conceptual en Química: procesos de aprendizaje y modelos de enseñanza".

Departamento de Psicología Básica
Facultad de Psicología
Universidad Autónoma de Madrid

Octubre de 1997

R. 119.305



NOTA PRELIMINAR

Los objetivos previstos en el Proyecto inicial se han adecuado a las condiciones en que dicho Proyecto fue finalmente subvencionado, por lo que, ante la ausencia de personal investigador colaborando a tiempo completo en el Proyecto, hemos tenido que concentrar dichos objetivos en el análisis de las dificultades de aprendizaje de los alumnos y en el estudio de la consistencia de sus concepciones alternativas.

Difusión de la investigación

Durante la realización de la investigación hemos difundido el trabajo que veníamos realizando tanto en publicaciones como en presentaciones a Congresos.

Publicaciones

Gómez Crespo, M.A. (1996) Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. Alambique, 7, 37-44.

Pozo, J.I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van ... y mientras tanto qué hacemos con ellas. Alambique, 7, 18-26.

Pozo, J.I. (1997c) La crisis de la educación científica, ¿volver a lo básico o volver al constructivismo? Alambique, 14, 91-104.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1997) ¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza. En L. del Carmen (Ed.) Cuadernos de Formación del Profesorado de Educación Secundaria: Ciencias de la Naturaleza. Barcelona: Horsori.

Pozo, J.I. (en prensa) Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: del cambio conceptual a la integración jerárquica. Enseñanza de las Ciencias

Presentaciones en congresos

Conferencias plenarias

Pozo, J.I. La construcción del conocimiento científico: del desarrollo a la instrucción. Homenagem Latinoamericano a Jean Piaget. Sao Paulo, Brasil, junio 1996.

Pozo, J.I. La aportación de la psicología cognitiva del aprendizaje a la enseñanza de la Química. VII Reunión de Educadores en Química. Rosario, Argentina, octubre de 1996.

Pozo, J.I. Processes of conceptual change in learning about the nature of matter. XX Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Química. Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil, mayo 1997.

Comunicaciones

Pozo, J.I.; Gómez Crespo, M.A. y Sanz, A. The consistency of students' ideas on the nature of matter. First European Conference on Research in Science Education in Europe. Leeds, Inglaterra, abril 1995.

Pozo, J.I. Conceptual change as a process of restructuring, explicitation and hierarchical integration. Comunicación presentada en la VII European Conference for Research on Learning and Instruction, Atenas, agosto 1997.

Agradecimientos

La aplicación de las pruebas en que se ha basado esta investigación ha sido posible gracias a las facilidades que hemos recibido en los centros educativos de los que hemos obtenido la muestra tanto para las pruebas-piloto como para la recogida definitiva de datos. Queremos agradecer aquí a los profesores y alumnos de los siguientes centros dichas facilidades: C.P. San Juan Bautista de Argande del Rey (Madrid), I.E.S. Victoria Kent de Torrejón de Ardoz (Madrid), I.E.S. Arquitecto Peridis de Leganes (Madrid), I.E.S. Tirso de Molina de Madrid, Facultad de Psicología Universidad Autónoma de Madrid y Facultad de Ciencias de la Universidad de Alcalá de Henares y Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante, y muy especialmente a Mario Redondo Ciércoles, M^a Sagrario Gutierrez Julian, Margarita Juárez Sanz, Eva Mañas, María del Puy Pérez y M^a José Pozo, por su ayuda en la recogida de los datos.

Antonio Pardo ha realizado con paciencia y rigor el análisis estadístico de los datos obtenidos y José Alfredo Aparicio colaboró en la aplicación de las pruebas, la recogida de los datos y el análisis estadístico de los mismos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Y NOTA PRELIMINAR

CAPITULO 1. TRES FORMAS DISTINTAS DE ENTENDER EL CURRÍCULUM DE CIENCIAS DESDE UNA PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA..... 1

- 1.1 La teoría piagetiana de las operaciones formales y sus implicaciones para la educación científica.....4
 - 1.1.1. Características generales de las operaciones formales.....5
 - 1.1.2 Los esquemas operatorios formales.....8
 - 1.1.3 Implicaciones de este modelo para la elaboración de un currículum de ciencias en la adolescencia.....10
- 1.2 El enfoque de los conocimientos previos o concepciones alternativas.....13
 - 1.2.1 Algunas características de las concepciones alternativas de los alumnos.....14
 - 1.2.2. Implicaciones del enfoque de las concepciones alternativas para el currículo17
 - 1.2.3 El enfoque de las concepciones alternativas: ¿una alternativa curricular?....20
- 1.3 El enfoque de las teorías implícitas: la adquisición de estructuras conceptuales de dominio.....21
 - 1.3.1 Algunas características de los conocimientos previos de los alumnos como teorías implícitas.....23
 - 1.3.2 El cambio en las estructuras conceptuales de dominio o la vuelta a los esquemas operatorios formales.....26
 - 1.3.3 Implicaciones de los modelos de cambio teórico para la educación científica y la investigación sobre el cambio conceptual.....30

CAPITULO 2. LA NATURALEZA DEL CAMBIO CONCEPTUAL.....33

- 2.1 La hipótesis de la compatibilidad o la acumulación de saberes.....35
- 2.2 La hipótesis de la incompatibilidad o el cambio conceptual.....40
- 2.3 La hipótesis de la independencia o el uso del conocimiento según el contexto.....50
- 2.4 La hipótesis de la integración jerárquica: diferentes niveles de representación.....55
- 2.5 Hacia la integración jerárquica de estas cuatro hipótesis en el currículum de ciencias....58

CAPITULO 3. PRINCIPALES DIFICULTADES EN LA COMPRESIÓN DE LA QUÍMICA.....61

- 3.1 La comprensión de las relaciones cuantitativas.....63
- 3.2 La comprensión de la conservación de la materia.....66
- 3.3 La comprensión de la naturaleza corpuscular de la materia.....69

**CAPITULO 4. PRIMER ESTUDIO SOBRE CONSISTENCIA
DE LAS TEORÍAS ALTERNATIVAS.....73**

4.1 ¿Son consistentes las teorías alternativas?.....73

4.2 Objetivos y metodología.....77

 4.2.1 Objetivos.....77

 4.2.2 Sujetos.....79

 4.2.3 Tareas y procedimiento.....79

 4.2.4 Criterios de análisis.....81

 4.2.4.1 Análisis de clusters.....82

 4.2.4.2 Análisis cuantitativo mediante un índice de consistencia.....82

 4.2.4.3 Análisis cualitativo de la consistencia de las teorías.....84

4.3 Resultados.....85

 4.3.1 Análisis de clusters.....85

 4.3.2 Análisis del índice de consistencia por contenidos y grupo.....87

 4.3.2.1 Conservación de la sustancia.....87

 4.3.2.2 Movimiento intrínseco.....89

 4.3.2.3. Discontinuidad de la materia.....90

 4.3.3. Análisis cualitativo de la consistencia de las teorías.....91

 4.3.3.1 Las teorías sobre la conservación de la sustancia.....91

 4.3.3.2. Las teorías sobre el movimiento de las partículas.....92

 4.3.3.3 Las teorías sobre la discontinuidad de la materia.....94

 4.3.3.4 La consistencia relativa de las teorías en los diferentes contenidos.95

4.4 Conclusiones y problemas pendientes.....97

**CAPITULO 5. EL MOVIMIENTO INTRÍNSECO DE LAS
PARTÍCULAS CONSTITUYENTES DE LA MATERIA.....100**

5.1. Introducción.....100

5.2 Objetivos.....102

5.3 Método.....103

 5.3.1 Tareas.....103

 5.3.2 Sujetos.....105

 5.3.3 Procedimiento.....106

 5.3.4 Análisis de datos.....106

5.4 Resultados.....107

 5.4.1 Análisis de las respuestas correctas.....107

 5.4.2 Categorías utilizadas en las respuestas.....113

5.5 Resumen y conclusiones.....123

**CAPITULO 6. INTERPRETACIÓN DE LOS MECANISMOS SUBYACENTES
A LOS CAMBIOS DE LA MATERIA.....128**

6.1. Introducción.....128

6.2 Objetivos.....131

6.3 Método.....	132
6.3.1 Tareas.....	132
6.3.2 Sujetos.....	135
6.3.3 Procedimiento.....	136
6.3.4 Análisis de datos.....	136
6.4 Resultados.....	137
6.4.1 Número de respuestas correctas.....	137
6.4.2 Categorías utilizadas en las respuestas.....	143
6.5 Conclusiones.....	157

CAPITULO 7. LA COMPRESIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA: DISCONTINUIDAD Y VACÍO..... 161

7.1. Introducción.....	161
7.2 Objetivos.....	163
7.3 Método.....	164
7.3.1 Tareas.....	164
7.3.2 Sujetos.....	166
7.3.3 Procedimiento.....	167
7.3.4 Análisis de datos.....	167
7.4 Resultados.....	169
7.4.1 Número de respuestas correctas.....	169
7.4.2 Categorías utilizadas en las respuestas.....	176
7.5 Conclusiones.....	193

CAPITULO 8. LA CONSISTENCIA DE LAS IDEAS DE LOS ALUMNOS.....200

8.1 Introducción.....	200
8.2 Objetivos.....	203
8.3 Método.....	204
8.3.1 Tareas y sujetos.....	204
8.3.2. Procedimiento.....	205
8.3.3 Análisis de datos.....	205
8.4 Resultados.....	207
8.4.1 Consistencia de las ideas sobre el movimiento intrínseco de las partículas.....	207
8.4.2 Consistencia de las ideas sobre los mecanismos explicativos de los cambios en la materia.....	212
8.4.3 Consistencia de las ideas sobre discontinuidad y vacío.....	218
8.4.3.1. Consistencia de las ideas sobre vacío en función del estado de la materia.....	219
8.4.3.2. Consistencia de las ideas sobre el vacío en función de la composición aparente de la materia.....	225
8.5 Conclusiones.....	231

CAPITULO 9. PRINCIPALES DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA: ANÁLISIS GLOBALES Y CONCLUSIONES.....235

9.1. Introducción.....	235
9.2. La comprensión de las nociones fundamentales de la química: dificultad relativa de los distintos cuestionarios.....	236
9.2.1 Método y análisis.....	236
9.2.2. Resultados.....	237
9.3. La consistencia de las ideas de los alumnos sobre las nociones fundamentales de la química: comparación entre cuestionarios.....	241
9.3.1 Método y análisis.....	241
9.3.2. Resultados.....	242
9.4. Conclusiones generales de la investigación.....	249
9.4.1. Efectos de la edad y la instrucción sobre la comprensión de la química.....	250
9.4.2. El efecto del contenido de las tareas.....	251
9.4.2.1. La comprensión de algunas nociones fundamentales de La química.....	253
9.4.2.2. La representación de los diferentes estados de la materia.....	260
9.4.3. La consistencia de las teorías alternativas.....	262

BIBLIOGRAFÍA.....267

APÉNDICE DE TAREAS

Apéndice A. Cuestionarios sobre vacío

Apéndice B. Cuestionarios sobre movimiento

Apéndice C. Cuestionarios sobre mecanismo

Apéndice D. Cuestionarios sobre naturaleza corpuscular de la materia

Apéndice E. Cuestionarios sobre conservación de la materia