

## DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA PARA INTRODUCIR LOS CONCEPTOS DE SUSTANCIA Y REACCIÓN QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA.

**DOMÍNGUEZ SALES, M. (1) y FURIÓ MAS, C. (2)**

(1) Física y Química. Universidad de Valencia [xelodominguez@yahoo.es](mailto:xelodominguez@yahoo.es)

(2) Unviersitat de València. [Carles.furio@uv.es](mailto:Carles.furio@uv.es)

---

### Resumen

Este trabajo propone una secuencia de enseñanza que facilite el aprendizaje de los conceptos de sustancia, sustancia simple, compuesto y reacción química. La secuenciación y organización de los contenidos se fundamenta en un análisis histórico de la construcción de la teoría atómica daltoniana y la secuencia de enseñanza se completa mediante dos programas de actividades basados en el modelo de aprendizaje como investigación orientada. La eficacia de la secuencia de enseñanza se evaluó mediante un diseño posttest en el que se comparaban las respuestas de los alumnos de los grupos experimentales (N=187) con las formuladas por estudiantes de grupos de control que no habían sido tratados (N= 381). Los resultados muestran que la utilización del programa ha favorecido un mayor aprendizaje en los estudiantes de los grupos experimentales.

---

### OBJETIVOS

Este trabajo parte del estudio de las dificultades de aprendizaje (Furió-Más & Domínguez-Sales, 2007a) y enseñanza (Furió-Más & Domínguez-Sales, 2007b) de los conceptos de sustancia química, sustancia simple y compuesto, necesarios para entender las reacciones químicas como transformaciones de unas sustancias en otras diferentes. Conocidas estas dificultades, diseñaremos una secuencia de enseñanza que posibilite su superación a los estudiantes que se inician en el estudio de la química.

A pesar de la notoria existencia de serias dificultades de los estudiantes en la comprensión de estos conceptos, muy pocas innovaciones han mostrado una eficacia significativa. Nuestro objetivo será diseñar

una secuencia de enseñanza basada en un modelo de aprendizaje de orientación socioconstructivista y evaluar su eficacia. Para alcanzarlo, trataremos de responder la siguiente pregunta:

- ¿Es posible diseñar una secuencia de enseñanza de los conceptos de sustancia, compuesto y reacción química, que logre un mayor aprendizaje en grupos experimentales de alumnos que en grupos de control que no han recibido el tratamiento didáctico diseñado?

## MARCO TEÓRICO.

Para realizar una secuencia de enseñanza fundamentada, previamente se deben determinar los objetivos de enseñanza y diseñar actividades que cubran los contenidos a enseñar (Leach & Scott 2002, Guisasola, Furió & Ceberio, 2008), seleccionando estrategias metodológicas coherentes. Por ello, en nuestro diseño hemos tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Un análisis histórico y epistemológico de los orígenes y construcción de la primera teoría atómica de finales del siglo XIX, para conocer los principales obstáculos y cómo se superaron.
- Definir los objetivos y contenidos a alcanzar por los estudiantes y organizarlos como una secuencia estructurada de los problemas puestos de manifiesto en el análisis histórico.
- Conocer las posibles dificultades que se pueden presentar a los estudiantes en la adquisición de las competencias predeterminadas.
- Decidir el modelo de aprendizaje que se va a utilizar y diseñar y elaborar la *secuencia de enseñanza en forma de programa de actividades*
- Implementar el *programa de actividades* en grupos de estudiantes experimentales y evaluar su eficacia comparando los resultados obtenidos por éstos con los obtenidos por otros estudiantes de grupos de control.

Siguiendo estos criterios, se han elaborado dos programas de actividades para sendas unidades didácticas tituladas “Estructura de la materia” y “Las reacciones químicas”. La primera, con 60 actividades, centró su

objetivo en el estudio de la composición de materiales y su finalidad era ayudar a comprender cómo puede explicarse la gran diversidad de materiales existentes mediante la introducción de unos pocos elementos químicos. La segunda contenía 37 actividades y su objetivo era facilitar la idea de reacción química como cambio sustancial obtenido al redistribuir y conservar los átomos de los elementos químicos que forman las sustancias reaccionantes.

## **METODOLOGÍA**

### **Contexto de aplicación de la secuencia y muestras utilizadas**

Los programas de actividades fueron elaborados por los autores del trabajo y en su puesta en práctica participaron dos profesoras. El primero se impartió en 30 sesiones de 55 minutos, mientras al segundo se le dedicaron 18 clases de 55 minutos. La experimentación se llevó a cabo durante dos cursos académicos (2003-2004 y 2004-2005). En la presentación oral se mostrarán ejemplos de las actividades más representativas.

### **Evaluación de la eficacia de la secuencia de enseñanza**

Para evaluar la eficacia de la secuencia de enseñanza diseñada se realizaron las mismas pruebas a ambos grupos de estudiantes en las mismas condiciones, dos meses después de acabar la segunda unidad didáctica sobre la reacción química. Por una parte se obtuvieron datos cuantitativos a partir de un cuestionario, de cuyos ítems se realizó un estudio estadístico de prueba no paramétrica, la  $\chi^2$ , para determinar si las diferencias entre ambos grupos eran significativas o se debían al azar. Por otro lado, para evaluar aspectos cualitativos se elaboró una entrevista ante fenómeno con la que se trató de detectar la presencia de las dificultades principales de los estudiantes, así como analizar en profundidad su pensamiento respecto a los objetivos perseguidos en el cuestionario:

## **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos en 7 ítems del cuestionario por el grupo de control (C) y los dos grupos experimentales (E.1 y E.2), de los que también se ofrecen los valores promedio (M) de los porcentajes de los ítems.

Ítem Nº	Objetivo del ítem	Porcentaje respuesta correcta (%)				$\chi^2$	p<0.001 Grados libertad
		E.1	E.2	M	C		
1	Saben clasificar los sistemas materiales en sustancias y mezclas.	81.6	60.8	<b>70.7</b>	<b>19</b>	174.1	g.l. = 3
2	Conceptualizan empíricamente una sustancia a través, al menos, de una propiedad específica cuantitativa.	76.5	49	<b>69</b>	<b>15.5</b>	197.2	g.l. = 1
3	Reconocen que, a nivel microscópico, una sustancia está formada por partículas iguales.	77.2	51.0	<b>70.1</b>	<b>13.7</b>	333.6	g.l. = 2
1	Distinguen, a nivel macroscópico, una mezcla de un compuesto.	86.0	68.6	<b>81.3</b>	<b>38.0</b>	99.4	g.l. = 2
4	No confunden en el nivel microscópico la mezcla con el compuesto.	89.0	68.6	<b>83.4</b>	<b>28.6</b>	526.9	g.l. = 2
5	Reconocen una sustancia simple desde el punto de vista atómico.	73.5	70.6	<b>72.7</b>	<b>40.9</b>	56.5	g.l. = 3
6	Saben distinguir el proceso de mezcla de reactivos del de la reacción química.	55.9	47.1	<b>53.5</b>	<b>22.0</b>	58.53	g.l. = 2
7	Saben conceptualizar macroscópicamente una reacción química de síntesis como proceso en el que se ha obtenido una nueva sustancia con nuevas propiedades.	57.3	51.0	<b>55.6</b>	<b>14.7</b>	104.43	g.l. = 2

**Tabla 1.-** Comparación de resultados obtenidos por los grupos experimentales (N=182) y de control (N=381) en la conceptualización macroscópica y microscópica de sustancia, compuesto y sustancia simple así como en la macroscópica de reacción química.

El resultado obtenido para  $\chi^2$  en todos los ítems es muy superior al que ofrecen las tablas de contingencias, por lo que es preciso rechazar la hipótesis nula al nivel máximo de significación del 1 por 1000, valor bastante inferior al del 5%, que suele ser el máximo aceptado en este tipo de trabajos.

Por otra parte, los resultados analizados permiten afirmar que la utilización del modelo de enseñanza como investigación orientada, seguido por los estudiantes de los grupos experimentales, ha logrado que adquieran mejores competencias y un mayor conocimiento explicativo que los del grupo de control.

## CONCLUSIONES.

La utilización una secuencia de enseñanza en forma de dos programas de actividades, basados en el modelo de aprendizaje como actividad de investigación orientada, ha permitido obtener unos resultados apreciablemente mejores con los grupos experimentales ya que, según se ha visto, entienden mejor el concepto de sustancia química y son capaces de diferenciar y relacionar adecuadamente sus niveles de representación macroscópica y microscópica. También disminuyen las dificultades para diferenciar los conceptos de mezcla y compuesto y, en consecuencia, disponen de criterios para ver si, en un proceso, han cambiado las sustancias o no, es decir, si se ha producido un cambio químico o físico. Además, a nivel microscópico, saben diferenciar, en un porcentaje mucho mayor que los alumnos del grupo de control, los conceptos de sustancia y elemento químico. Por otra parte, también se consigue una mejor capacidad explicativa en la verbalización de los conceptos y procesos, así como en producir nuevos razonamientos y en cambiar de opinión según van observando nuevos aspectos del problema o soluciones que no encajan con los conocimientos de que disponen.

## Referencias bibliográficas

FURIÓ-MÁS, C. & DOMÍNGUEZ-SALES, M.C., 2007a. Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (2), 241-258.

FURIÓ-MÁS, C. & DOMÍNGUEZ-SALES, M.C., 2007b. Deficiencias en la enseñanza habitual del concepto macroscópico de sustancia y del cambio químico como cambio sustancial. *Journal of Science Education. Revista de Educación en Ciencias*, 8 (2), 84-92

GUISASOLA, J., FURIÓ, C. & CEBERIO, M., 2008. *Science Education based on developing guided research*. En V. Thomase (Ed), *Science Education in Focus*, pp. 173-201. N.Y. Novapublishers, Inc

LEACH, J. & SCOTT, P., 2002. Designing and Evaluating Science Teaching Sequences: An Approach Drawing on the Concept of Learning Demand and a Social Constructivist-Perspective on Learning. *Studies in Science Education*, 38, 115-142.

## CITACIÓN

DOMÍNGUEZ, M. y FURIÓ, C. (2009). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y reacción química en la educación secundaria.. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 596-601

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-596-601.pdf>