



UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA TERMOQUÍMICA EN 2º DE BACHILLERATO

PEREIRA GARCÍA, I. (1) y DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS, J. (2)

(1) Detpo. Didáctica das Ciencias Experimentais. Universidade de Santiago de Compostela
iria.pereira1@rai.usc.es

(2) Universidade de Santiago de Compostela. josemanuel.dominguez@usc.es

Resumen

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia relacionada con el diseño, la planificación, la implementación y la evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termodinámica Química en 2º Bachillerato. En el marco de tal investigación, la propuesta didáctica constructivista “*Termoquímica*” constituye la fase previa a la intervención de aula.

El modelo de diseño, planificación y desarrollo que ha guiado la estructuración de la secuencia de actividades “*Termoquímica*” consta de 5 tareas: la determinación del contenido académico; la determinación de la problemática de aprendizaje; la selección, formulación y secuenciación de los objetivos de aprendizaje; la selección de estrategias de instrucción; y, por último, la selección de estrategias de evaluación.

Objetivos

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia relacionada con el diseño, la planificación y la evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termodinámica Química en 2º de Bachillerato.

El diseño de dicha investigación *quasi-experimental* es de tipo *pretest-posttest-posttest* sin grupo de control.

El objetivo del trabajo que se presenta es el seguimiento y la evaluación de la secuencia de actividades “*Termoquímica*” en el aula. Para esto, se hicieron explícitos y se analizaron los esquemas de pensamiento (razonamiento y acción) que activaron los alumnos a medida que desarrollaron las actividades de la secuencia.

Marco teórico

a) Modelo de diseño y planificación de la secuencia “Termoquímica”

El modelo de diseño, planificación y desarrollo seguido para la estructuración de la secuencia de actividades que se presenta (Domínguez, 2007) consta de cinco tareas: en primer lugar, *la determinación del contenido académico objeto de aprendizaje*; seguidamente, *la determinación de la problemática de aprendizaje* (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2008); en tercer lugar, *la selección, formulación y secuenciación de los objetivos de aprendizaje*; en cuarto lugar, *la selección de estrategias de instrucción*; y, por último, *la selección de estrategias de evaluación*.

La secuencia “*Termoquímica*” se basa en el modelo propuesto por Ollerenshaw y Ritchie (1997) que contempla las siguientes fases: exploración, indagación y aplicación. Su descripción se resume en la **Figura 1**:

<p>Fase de exploración: se fomenta, a partir de un determinado aspecto de la realidad, a expresión personal del conocimiento cotidiano para llegar a la síntesis del conocimiento implícito.</p> <p><i>Orientación:</i> se busca despertar el interés y la curiosidad de los alumnos.</p> <p><i>Estimulación/estructuración:</i> se ayuda a los alumnos a explicitar y clarificar lo que piensan.</p>
<p>Fase de indagación: se fomenta un proceso diversificado, mediante el cual se demanda la síntesis del conocimiento explícito, escolarmente construido.</p> <p><i>Intervención/reestructuración:</i> se anima a los estudiantes a mantener, desarrollar o sustituir sus ideas.</p> <p><i>Reestructuración:</i> se ayuda a los alumnos a reconocer el significado de lo que han percibido y de cómo lo han interpretado. Se les informa sobre las ideas clave y sobre los modelos de la ciencia escolar, enseñándoseles a utilizarlos como fundamento de sus percepciones y de sus explicaciones.</p>
<p>Fase de aplicación: se fomenta la transferencia de lo aprendido a la explicación de nuevas situaciones, acontecimientos y experiencias adquiridas en la vida cotidiana, a través del análisis, de la reflexión y de la acción.</p>

Figura 1: fases de la secuencia y desarrollo de las actividades

b) Métodos e instrumentos de evaluación de la secuencia “Termoquímica”

Para realizar el seguimiento y la evaluación de la secuencia “Termoquímica” en el aula, se analizó la evolución de las formas de pensar y de hacer de los alumnos de un grupo de 2º curso de Bachillerato durante la implementación de la secuencia. Los instrumentos de análisis elegidos son los esquemas de razonamiento y de acción (Domínguez, de Pro y García-Rodeja, 2003).

Los esquemas de razonamiento y acción (Domínguez *et al.*, 2003) pueden definirse como estructuras idiosincrásicas de conocimiento en las que se integran *razonamiento* y *acción*, y que el individuo puede utilizar y transferir en diversos contextos para elaborar explicaciones y predicciones sobre diferentes hechos y fenómenos. Dichos esquemas aportan un instrumento útil para la evaluación del aprendizaje, y constituyen una base importante en la planificación de la propuesta didáctica.

Los citados esquemas se fundamentan en la teoría del esquema, que concibe la estructura cognitiva como un conjunto de *esquemas* de pensamiento. Los *esquemas* se definen como estructuras jerarquizadas e idiosincrásicas de conocimientos, que pueden ser activadas por el individuo para procesar una determinada

información (Rumelhart y Ortony, 1982).

Desarrollo del tema

La secuencia de actividades “*Termoquímica*”, diseñada por los investigadores, se basa en el constructivismo social. Desde esta perspectiva, la principal labor del docente es guiar a los alumnos en la evolución de sus concepciones iniciales hacia el conocimiento deseable desde el punto de vista de la ciencia escolar.

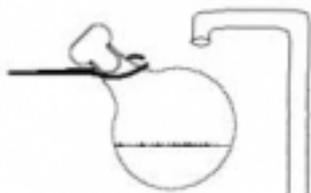
En este sentido, es conveniente fomentar un clima de debate en la aula mediante el trabajo en pequeños grupos, de manera que la argumentación cobre un papel protagonista a lo largo del proceso de aprendizaje.

Para ello, las actividades de la secuencia parten de una realidad conocida por el alumnado que proporciona la base para plantear un problema concreto y abierto que, a su vez, ponga de manifiesto la necesidad de formulación y discusión de teorías.

Se han diseñado guiones de trabajo individuales para los alumnos (ejemplo en la **Figura II**), a fin de que éstos cuenten con un material de apoyo y referencia para el desarrollo de su trabajo personal.

Grupo _____ N° _____ Edad _____ Fecha _____
NOMBRE _____

Actividad 1: descripción termodinámica de un sistema físico



En un recipiente cerrado, pon a calentar agua sobre un mechero Bunsen o una placa calefactora. Cuando el agua empiece a hervir, retira el recipiente y deja que repose durante unos segundos.

Ahora, lleva con cuidado el recipiente con agua caliente y colócalo debajo de un chorro de agua fría.

A. ¿Qué le sucede al agua caliente del recipiente:

1.- después de haber reposado durante unos segundos?

.....

2.- al colocarla debajo de un chorro de agua fría?

.....

B. ¿A que crees que se deben los fenómenos que observas?

.....

C. Después de la intervención del profesor, ¿han variado algunas de tus observaciones y de tus explicaciones?

Si así ha sido, describe detalladamente cuáles han variado y en qué.

.....

Figura II: actividad 1 de la secuencia “Termoquímica”

Los guiones de trabajo del alumnado permiten a los investigadores recoger información sobre la evolución del conocimiento y sobre el funcionamiento de la metodología en las diferentes situaciones de aprendizaje.

La secuencia “*Termoquímica*” consta de 15 actividades a través de las que se pretende dar sentido a los principales conceptos y enunciados mediante los cuales la Ciencia aborda el tratamiento termodinámico de los procesos químicos. Simultáneamente, la secuencia integra la explicitación y el desarrollo de destrezas y estrategias relacionadas con el diseño, la planificación, la realización y la discusión de experiencias de laboratorio; e integra también la explicitación y el desarrollo de actitudes y valores encaminados a la construcción de una imagen positiva de la Ciencia y una valoración crítica y responsable de la actividad científica.

Durante el diseño de “*Termoquímica*”, y una vez realizada la transposición didáctica de los contenidos, se

dimensionó el conocimiento deseable mediante la elaboración de los esquemas referenciales, diseñados por los investigadores: “Sistemas termodinámicos”, “Procesos termodinámicos”, “Cambios energéticos en los sistemas químicos”, “Control de variables” y “Diseño experimental”. Mediante estos esquemas referenciales, se formularon y secuenciaron los objetivos de aprendizaje, se diseñaron las actividades de enseñanza y se determinaron las estrategias de evaluación.

A partir de dichos referenciales, se han elaborado los esquemas de razonamiento y de acción de los alumnos, mediante el análisis de sus manifestaciones orales y escritas durante la intervención en el aula. De este modo, se ha establecido la estructura de los argumentos y las acciones de los estudiantes a lo largo del proceso de construcción del conocimiento.

El análisis de los esquemas que activaron los alumnos a medida que desarrollaron las actividades, y su contraste con respecto a los esquemas que los alumnos activaron antes de la intervención, constituye una estrategia que consideramos adecuada para evaluar el aprendizaje producido. Además, la comparación entre los esquemas de los alumnos y los esquemas referenciales permite relacionar el aprendizaje con la implementación de la propuesta didáctica.

En la **Figura III** se recoge una representación abreviada del proceso seguido por los investigadores para la elaboración de un esquema de razonamiento de un determinado alumno, a partir del esquema referencial “Sistemas termodinámicos”.

1 Relaciones acordes con la ciencia escolar extractadas del discurso de los alumnos

RELACIONES	FRECUENCIA
El sistema intercambia energía con el entorno	6/11
El calor es un proceso de transferencia de energía	5/11
El trabajo es un proceso de transferencia de energía	5/11
El trabajo se relaciona con la expansión de los gases	6/11
El calor es energía	3/11
El trabajo es una fuerza	1/11
El calor hace cambiar la temperatura del sistema	5/11
Los sistemas cerrados intercambian energía con el entorno	7/11
Los sistemas cerrados no intercambian materia con el entorno	6/11
Los sistemas abiertos intercambian materia con el entorno	9/11
Los sistemas abiertos intercambian energía con el entorno	9/11
La temperatura es una propiedad que define al sistema	9/11
La presión es una propiedad que define al sistema	10/11
El volumen es una propiedad que define al sistema	6/11
La presión se relaciona con el trabajo	5/11
La densidad es una propiedad que define al sistema	3/11
Las variaciones de T se relacionan con el calor	3/11
Temperatura y presión se relacionan inversamente	2/11
Temperatura y presión se relacionan	1/11
Temperatura y densidad se relacionan	1/11
Presión y densidad se relacionan	1/11
Temperatura y presión se relacionan directamente	1/11
Un sistema homogéneo consta de una sola fase	9/11

2 Elaboración de los esquemas de razonamiento de un alumno a partir de las relaciones extraídas del discurso (ejemplo de esquema final)

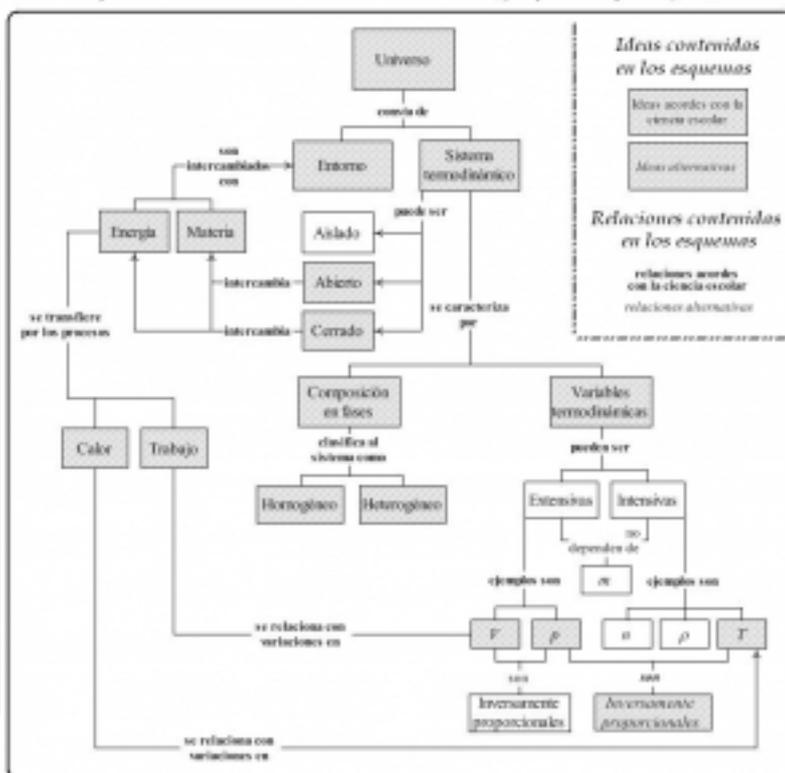


Figura III: proceso de elaboración del esquema de razonamiento de un alumno en relación al esquema referencial "Sistemas termodinámicos"

Agradecimientos

A la **Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)**, por el proyecto de investigación A/019399/08.

Conclusiones

Los alumnos han activado esquemas de razonamiento y acción útiles para la descripción termodinámica de los sistemas químicos y de los procesos que en ellos tienen lugar. A lo largo de la implementación de la secuencia "Termoquímica", los esquemas de los alumnos se modificaron significativamente hacia la construcción de relaciones más acordes con las ideas de la ciencia escolar. Este hecho nos permite inferir la capacidad de la propuesta didáctica para propiciar cambios en los esquemas de pensamiento de los alumnos.

Los esquemas de razonamiento y acción se han revelado como herramientas válidas para evaluar tanto el aprendizaje de los alumnos como la propia propuesta didáctica. El análisis de los esquemas ha permitido a los investigadores cuantificar en qué medida la propuesta es capaz de generar cambios significativos en el conocimiento de los alumnos, y constatar hasta qué punto éstos han incluido en su discurso relaciones deseables desde el punto de vista de la ciencia escolar.

Bibliografía

Domínguez, J. M. (ed.) (2007). *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias. Fundamentos y planificación*. Santa Fe (Argentina): Ediciones UNL, Secretaría de extensión, Universidad Nacional del Litoral.

Domínguez, J. M.; Pro, A. y García-Rodeja, E. (2003). Esquemas de razonamiento y de acción de estudiantes de ESO en la interpretación de los cambios producidos en un sistema material. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), pp. 199-214.

Ollerenshaw, C. H. y Ritchie, R. (1997). *Primary Science. Making it work*. London: David Fulton Publishers.

Pereira García, I. y Domínguez Castiñeiras, J. M. (2008). Problemática de aprendizaje de la Termodinámica Química. Actas de los *XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 732-751. Editorial: Editorial Universidad de Almería.

Rumelhart, D. E. y Ortony, A. (1982). La representación del conocimiento en la memoria. *Infancia y Aprendizaje*, 19-20, pp. 115-118.

CITACIÓN

PEREIRA, I. y DOMÍNGUEZ, J. (2009). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la termoquímica en 2º de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2597-2604
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2597-2604.pdf>