

MAPAS CONCEPTUALES Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LAS CIENCIAS NATURALES: ANÁLISIS DE LOS MAPAS CONCEPTUALES REALIZADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO INTRUCCIONAL SOBRE LA ENERGÍA

*Javier Arbea, Francisco del Campo, IES "Alhama", Avda del Villar, 44, 31591 Corella, España
Email: jarbeapo@pnte.cfnavarra.es*

Resumen. En este artículo se presenta una aplicación de los mapas conceptuales, como elementos instruccionales y de evaluación, en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias, concretada en el tema de la "Energía". Esta experiencia pone de manifiesto el resultado del diseño e implementación de un módulo instruccional elaborado a partir de un mapa conceptual de referencia sobre la "Energía". El estudio muestra la eficacia de la técnica para el favorecer un aprendizaje significativo en alumnos y alumnas de 2º de Enseñanza Secundaria Obligatoria (13-14 años) de un Instituto público de Corella (Navarra). Se observa una disminución de los errores conceptuales y una mejor estructuración de los núcleos conceptuales en los mapas conceptuales posteriores a la instrucción. No obstante, la disminución de enlaces cruzados que se aprecia, se debe posiblemente a una instrucción un tanto memorística.

1 Consideraciones teóricas previas

Actualmente está ampliamente aceptado que el aprendizaje significativo planteado en su origen por Ausubel y desarrollado después por Novak y Gowin (1988) es uno de los conceptos más útiles para mejorar el aprendizaje escolar (González y Novak, 1996; Guruceaga, 2001). Los alumnos y alumnas llegan a las clases de Ciencias con un conjunto diverso de ideas propias o esquemas de conocimiento sobre distintos objetos y fenómenos. Estas ideas a menudo están en desacuerdo con las consideraciones científicamente aceptadas y conllevan errores o concepciones alternativas muy arraigadas en su estructura cognitiva. El aprendizaje significativo (en marcado contraste con el aprendizaje memorístico por repetición mecánica) es clave para facilitar el cambio conceptual necesario para paliar el problema de los errores conceptuales (González, Morón y Novak, 2001) y requiere unas condiciones mínimas que podemos reducir a tres: En primer lugar, el alumno tiene que querer llevar a cabo un proceso de aprendizaje significativo, es decir, tiene que mostrar una actitud favorable para enlazar nuevos conocimientos con conceptos que él mismo ya posee en su estructura cognitiva. En segundo lugar, tiene que tener una estructura cognitiva adecuada en la que estén presentes los conceptos más relevantes o inclusores. Y por último, los materiales de aprendizaje tienen que ser conceptualmente transparentes, en lo que se refiere al significado que se atribuye a los conceptos (González y Novak, 1996). Esto tiene implicaciones didáctico-pedagógicas para el profesorado, pues exige conocer la estructura cognitiva del alumno o alumna, planificar adecuadamente el currículo y la instrucción, y desarrollar la motivación necesaria en el alumnado para que tengan una actitud favorable hacia este tipo de aprendizaje (González e Iraizoz, 2001). Respondiendo a estos requerimientos, Novak desarrolló un instrumento que facilita un aprendizaje escolar más significativo a nuestro alumnado: el mapa conceptual. Los mapas conceptuales son útiles en el diseño de módulos instruccionales más lógicos y potencialmente significativos, y también para lograr que los materiales didácticos puedan ser conceptualmente más transparentes. También nos interesan como instrumentos para averiguar los conocimientos previos del alumnado y su evolución con relación a la instrucción (Guruceaga y González, 2004). En la tabla 1 recogemos los indicadores que pueden utilizarse en un mapa conceptual para establecer el tipo de aprendizaje.

2 Planeamiento y desarrollo de la investigación y de la instrucción

La elección del tema de la "Energía" para la investigación se tomó por varias razones. En primer lugar, porque es un tema central del currículo de Ciencias de la Naturaleza de 2º de Enseñanza Secundaria Obligatoria -ESO- (13-14 años), alumnado con el que estaban trabajando los profesores encargados de desarrollar esta experiencia en el aula. Además, porque existe una amplia literatura sobre la enseñanza de la "Energía" y es un tema susceptible de ser tratado de un modo transversal y, finalmente, porque suponía un reto profesional, al ser un tema de comprensión difícil para nuestro alumnado y en el que son muy frecuentes los errores conceptuales.

La experiencia tuvo lugar durante el curso escolar 2002-2003 en el Instituto de Educación Secundaria Alhama de la localidad de Corella, trabajando con tres grupos de 2º de ESO de 22, 20 y 21 alumnos y alumnas respectivamente, durante nueve semanas, a tres sesiones por semana. Los estudiantes fueron instruidos en la técnica de los mapas conceptuales desde el comienzo del curso, de modo que a lo largo del curso, se había utilizado dicha técnica como instrumento de instrucción y de evaluación. Para el análisis de datos se eligió una muestra representativa desde el punto de vista estadístico. Se eligieron 19 alumnos y alumnas, aleatoriamente

(representando los tres grupos, y con el mismo número de chicas y chicos). Aunque los 63 alumnos realizaron los mapas conceptuales previos y posteriores a la instrucción, para el análisis que sigue solamente se tuvieron en cuenta los mapas conceptuales realizados por los alumnos de la muestra elegida.

Aprendizaje más significativo	Aprendizaje más memorístico/mecánico
Se utilizan todos los conceptos.	No se utilizan todos los conceptos.
Hay una disminución de proposiciones erróneas.	Aparecen frecuentes proposiciones erróneas: jerarquías conceptuales no lógicas.
Existe una organización jerárquica de los conceptos, identificándose los conceptos más inclusivos.	Existe una organización jerárquica no correcta, en la que no se identifican los conceptos más inclusivos.
Los conceptos más inclusivos presentan una compleja diferenciación progresiva. Aparecen pocas relaciones lineales entre conceptos.	Aparecen relaciones lineales, estructuras en cadena, entre conceptos.
Aparecen numerosos enlaces cruzados reveladores de reconciliaciones integradoras.	Se establecen pocos o erróneos enlaces cruzados entre conceptos.

Tabla 1. Indicadores de aprendizaje en un mapa conceptual (adaptado de Guruceaga y González, 2004)

La hipótesis de trabajo que propusimos en esta investigación es que en los mapas conceptuales elaborados por el alumnado después de la instrucción se encontrarían indicadores de aprendizaje significativo. De forma que el módulo instruccional planteado a continuación facilitarí, más eficazmente que un módulo tradicional, el aprendizaje significativo entre el alumnado y haría disminuir consecuentemente el número de errores conceptuales. La investigación planteada supone, por lo tanto, una descripción de una situación de aprendizaje concreta, la implementación de un módulo instruccional innovador, conceptualmente transparente sobre el tema de la “Energía”, y sustentado por los mapas conceptuales.

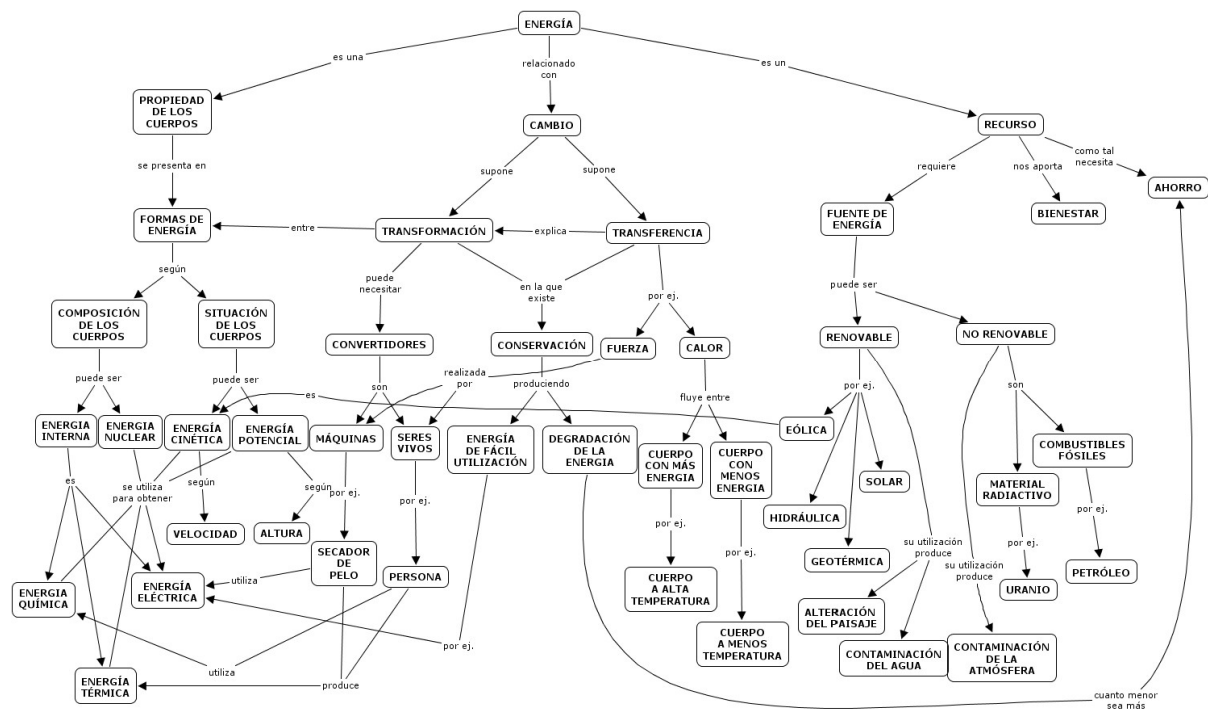


Figura 1. Mapa conceptual de referencia del módulo instruccional sobre la “Energía”

Para el diseño del módulo instruccional se elaboró un mapa conceptual de referencia (Figura 1), donde se estructuraron los conceptos implicados, inclusivos y específicos, relacionados con la “Energía”. En este mapa conceptual de referencia se establecieron lo más claramente posible las relaciones entre los conceptos, tanto jerárquicas como reconciliadoras. Partiendo de este mapa conceptual, se identificaron los núcleos conceptuales más significativos con relación a los cuales se diseñaron las actividades y el orden temporal de las mismas. Siguiendo el esquema adoptado por Guruceaga (2001), en el módulo instruccional se distinguen tres fases. En la primera fase, de introducción, se presentan y trabajan las proposiciones más generales; mediante una serie de

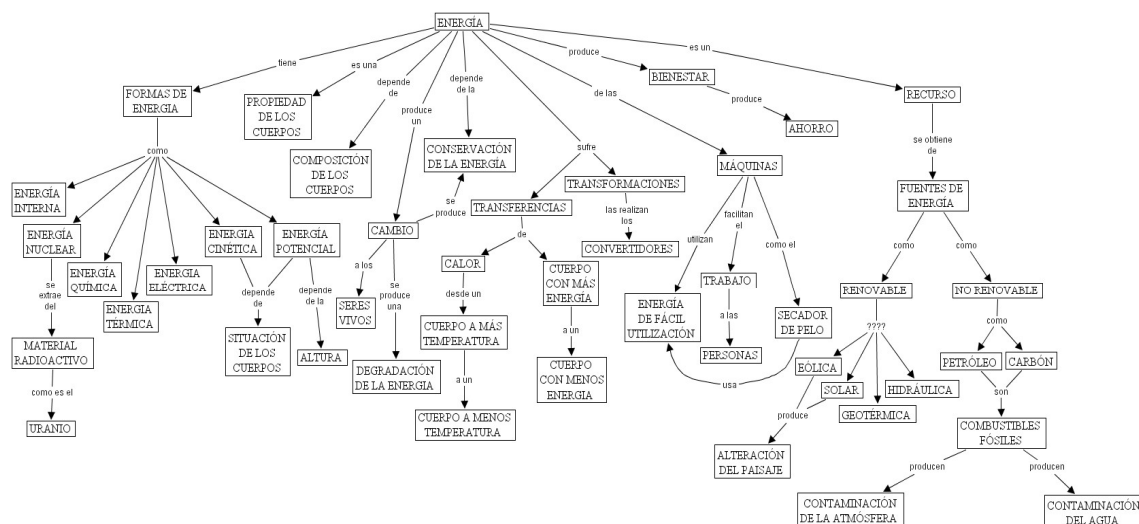
actividades iniciales de motivación se recoge lo que el alumnado piensa y siente ante el tema de la “Energía” y, finalmente, el alumnado realiza un mapa conceptual previo. En la segunda fase, de focalización, se trabajan los conceptos inclusivos, así como las diferenciaciones progresivas y las reconciliaciones más significativas, distribuidos en cinco bloques o focalizaciones: cambios en las propiedades de los cuerpos y la energía (cambio y transferencia, fuerza y calor); transformaciones energéticas y formas de energía; convertidores (máquinas y seres vivos); ley de la conservación, energía de fácil utilización y degradación de la energía; recursos y fuentes de energía. Finalmente, en la fase de resumen, el alumnado, establece relaciones y aplicaciones de la información manejada anteriormente, y termina con la realización del mapa conceptual posterior a la instrucción.

3 Análisis y discusión de los resultados

Los resultados globales del análisis de los mapas conceptuales previos y posteriores se muestran en la tabla 2. Estos resultados evidencian una mejora significativa en los mapas posteriores respecto a varios indicadores de aprendizaje del alumnado, poniendo de manifiesto un aprendizaje significativo. A este respecto es importante señalar la existencia de un aumento del número de conceptos utilizados (en el mapa posterior todos los alumnos y alumnas colocan más de cuarenta y siete conceptos sobre cuarenta y nueve manejados en la instrucción) y una disminución del número de errores del mapa posterior respecto al previo. También se aprecia una clara mejora en cuanto a los niveles de jerarquía en todos los casos, aumentando el número de diferenciaciones progresivas que se establecen, a la par que disminuyen la cantidad de núcleos confusos y de cadenas lineales de conceptos. Ante la imposibilidad de presentar todos los mapas, hemos seleccionado uno posterior representativo de las tendencias generales observadas (Figura 2).

	Muestra de alumnos N = 19	
	Mejora	No mejora
Número de conceptos utilizados	17	2
Proposiciones erróneas	15	4
Jerarquización del mapa	19	0
Diferenciaciones progresivas	18	1
Utilización de cadenas lineales	16	3
Núcleos confusos	16	3
Enlaces cruzados revelando reconciliaciones integradoras	5	14

Tabla 2. Comparación de resultados en los mapas posteriores a la instrucción



ALUMNO N° 8: MAPA POSTERIOR A LA INSTRUCCIÓN

Figura 2. Mapa conceptual posterior a la instrucción de un alumno

El único indicador de aprendizaje significativo que no ha mejorado con la instrucción es el referido al número de enlaces cruzados entre conceptos, reveladores de reconciliaciones integradoras de calidad. El análisis de este aspecto nos ha causado cierto asombro y decepción ya que a priori esperábamos que se establecieran un

buen número de estos enlaces cruzados en los mapas posteriores a la instrucción. No ha sido así en ningún caso de los más de sesenta realizados, lo cual hace pensar en algún fallo en el planteamiento de la instrucción.

4 Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta experiencia nos indican unas diferencias significativas en los mapas conceptuales posteriores a la instrucción con relación a aspectos importantes del aprendizaje del alumnado. Los porcentajes de errores disminuyeron prácticamente en los más de sesenta casos, y además los núcleos conceptuales se volvieron mucho más ordenados y significativos en el mapa posterior a la instrucción. Es significativa también la disminución de las estructuras lineales de conceptos, hasta casi desaparecer. Todos éstos son indicadores que evidencian un aprendizaje significativo y consideramos que la utilización de materiales conceptualmente transparente en la instrucción ha podido influir en que el alumnado haya podido identificar mejor los conceptos inclusivos y globales sobre el tema de la “Energía”.

Analizando el número de enlaces cruzados establecidos, se puede pensar que la instrucción resultó algo memorística, ya que en el caso de los alumnos que partieron de un mapa previo con un gran número de conceptos y con varios enlaces cruzados, en el mapa posterior desaparecen estos enlaces. En el caso de los alumnos que incorporan un buen número de conceptos nuevos en el mapa posterior, los enlaces cruzados tampoco aparecen. Sin embargo las jerarquizaciones y relaciones entre los conceptos del mismo núcleo mejoran mucho del mapa previo al posterior en la mayor parte del alumnado.

Sin entrar en otras consideraciones como son la mayor perduración de los conceptos en la memoria que si se hubiese utilizado otro procedimiento de enseñanza, no se puede dudar que los mapas conceptuales aportan a los alumnos y alumnas una herramienta poderosa de aprendizaje. En lo que respecta al alumnado, la experiencia les resultó muy positiva, siempre que se continúe dándole su importancia como medio de estudio, de análisis y de expresión, y siempre que se evalúe como tal. Seguro que entonces será cuando se universalice la utilización de los mapas conceptuales como método de estudio, trabajo, análisis y evaluación.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación “Errores conceptuales y aprendizaje significativo. Utilización del CmapTools software como herramienta de construcción de conocimientos en alumnos de los distintos niveles educativos” subvencionado por la Dirección General de Universidades y Política Lingüística del Gobierno de Navarra (González et al., 2004).

Referencias

- González, F.M. e Iráizoz, N. (2001). Los mapas conceptuales y el aprendizaje significativo. *Alambique*, 28, 39-51
- González, F.M., Morón, C. y Novak, J.D. (2001). *Errores conceptuales. Diagnóstico, tratamiento y reflexiones*. Pamplona: Eunat.
- González, F.M. & Novak, J.D. (1996). *Aprendizaje significativo. Técnicas y aplicaciones* (2ª ed.). Madrid: Ediciones Pedagógicas.
- González et al (2004). *Proyecto GONCA*. Informe presentado a la Dirección General de Universidades y Política Lingüística, Gobierno de Navarra.
- Guruceaga, A. (2001). *Ikaskuntza esanguratsua eta ingurugiro hezkuntza (Aprendizaje significativo y educación ambiental)*. Tesis doctoral. Nafarroako Unibertsitate Publikoa (Universidad Pública de Navarra).
- Guruceaga, A. y González, F.M. (2004). Aprendizaje significativo y educación ambiental: análisis de los resultados de una práctica fundamentada teóricamente. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 115-136.
- Novak, J.D. & Gowin, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.