LOS MAPAS CONCEPTUALES EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Conceptual maps in initial primary preservice teacher education in Earth Science.

C. Redondo y V. Mellado (*)

RESUMEN:

En el artículo analizamos la utilización de los mapas conceptuales de Ciencias de la Tierra en la formación inicial de maestros de Educación Primaria. Describimos el uso de los mapas conceptuales como una herramienta instruccional para conocer y reflexionar sobre el tema del paisaje y sus implicaciones didácticas.

ABSTRACT:

This article analyzes the use of conceptual maps in elementary preservice teachers' education in Earth Science. We describe the conceptual maps as a tinstructional tool to know and reflect about the landscape and its educational implications.

Palabras clave: *Mapas conceptuales, formación inicial de maestros, Ciencias de la Tierra, didáctica de las ciencias.*
Keywords: *Conceptual maps, initial primary teacher education, Earth Science, science education.*

1. LOS MAPAS CONCEPTUALES

Los mapas conceptuales fueron inicialmente desarrollados por Novak y colaboradores dentro de la teoría de la asimilación de Ausubel (1976), aunque posteriormente Novak fué evolucionando hacia una orientación constructivista del aprendizaje (Novak 1988; Novak y Gowin 1988). El aprendizaje de nuevos conocimientos está condicionado por las estructura cognitiva del que aprende y el conocimiento se va construyendo a partir de los conceptos previos (Novak y Gowin 1988).

El aprendizaje será significativo en la medida que se relacionen los nuevos conocimientos con los conceptos y proposiciones relevantes que ya se poseen. Para Ausubel (1976) el aprendizaje más significativo es el subordinado a partir de conceptos más generales e inclusores, y los organizadores previos son puentes cognitivos que ayudan al aprendiz a relacionar los nuevos conceptos con su estructura previa. A través del lenguaje, oral, escrito o gráfico, los seres humanos representamos las regularidades de los conceptos y acontecimientos.

Los mapas conceptuales representarían de una forma gráfica las relaciones entre conceptos:

> *"Los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Una proposición consta de dos o más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica. En su forma más simple, un mapa conceptual constaría tan sólo de dos conceptos unidos por una palabra de enlace para formar una proposición" (Novak y Gowin 1988, p. 33).*

Los mapas conceptuales se forman de los conceptos más generales e inclusores a los más particulares, haciendo una diferenciación progresiva de los mismos, y reflejan una jerarquía subordinada de conceptos, tal como señala la teoría de la asimilación de Ausubel (Novak 1991, González 1992). El mapa conceptual sería una técnica para compartir significados, tanto entre el profesor y los estudiantes como entre los estudiantes entre sí (Ontoria *et al*. 1992, González 1992).

Los mapas conceptuales así considerados han sido validados por numerosos trabajos (Horton 1992) y han sido ámpliamente empleados para representar las estructuras de conocimientos de los estudiantes de distintos niveles sobre diversas materias (Moreira y Takeco 1985, Moreira y Novak 1988, Nussbaum 1989, Jiménez 1991, López 1992; Ontoria *et al*. 1992), para identificar e intervenir en las ideas alternativas de los estudiantes (Novak 1988, Ontoria *et al*. 1992; Wallace y Mintzes, 1990), para diseñar unidades didácticas (Ontoria *et al*. 1992, Sánchez 1992, Sánchez y Valcarcel 1993, Hernández 1993) y material curricular (González 1992), para la resolución de problemas (Oñorbe *et al*. 1991, Contreras 1993), como técnica de estudio para los estudiantes (Ontoria *et al*. 1992) y para generar actitudes (González 1992). En cambio como técnica de evaluación los trabajos más recientes (Liu y Hinchey, 1996; Ruiz-Primo y Shalveson, 1996) nos indican que no siempre se produce una correlación entre los resultados optenidos con los mapas y con otras técnicas dependiendo del tipo de mapa conceptual, del entrenamiento de los sujetos y de otros factores.

(*) Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. 06071 Badajoz. E-mail: vmellado@unex.es

Las técnicas para construir mapas conceptuales son muy variadas según el empleo que se dé a los mismos (Novak et al, 1983): construcción libre del mapa sobre un tema, construcción a partir de textos y conceptos dados, construcción a partir de una lista cerrada de conceptos que hay que relacionar, etc.

Novak y Gowin (1988) utilizan también los mapas conceptuales para analizar las entrevistas con los alumnos sobre el aprendizaje de conceptos. Para ello elaboran previamente un mapa patrón que utilizan para analizar los mapas de los estudiantes, que en este caso no llaman mapas conceptuales sino mapas cognitivos:

> *"Mapa cognitivo es el término con el cual designamos la representación de lo que creemos que es la organización de los conceptos y proposiciones en la estructura cognitiva de un estudiante determinado. Los mapas cognitivos son idiosincrásicos, mientras que los mapas conceptuales deben representar un área de conocimiento de la manera que considerarían válida los expertos en el tema." (Novak y Gowin 1988, p. 168).*

El mapa conceptual tendría una estructura lógica aceptada socialmente por los expertos del tema. En cambio el mapa cognitivo tendría una lógica psicológica y formaría una representación idiosincrásica personal (León 1995).

López Rupérez (1991 a y b) añade que la representación interna de la estructura cognitiva de las personas tiene un fuerte componente geométrico. Está de acuerdo en que los mapas jerarquizados de conceptos del tipo de Novak pueden ser útiles para representar los conceptos de las disciplinas, pero no para el conocimiento procedimental ni para la estructura psicológica de las personas. Sus críticas se centran en los siguientes puntos: a) la rigidez del mapa entra en conflicto con la espontaneidad, b) la jerarquización de los mapas conceptuales reduce su carácter idiosincrásico sobre todo en disciplinas duras como la física con fuerte contenido procedimental, c) la jerarquía también dificulta la relación entre conceptos y d) la interdependencia entre los aspectos conceptuales y metodológicos puede reflejar grandes diferencias entre unas disciplinas y otras. Finalmente sugiere que para que los mapas reflejen mejor el conocimiento procedimiental o la estructura psicológica tienen que ser más abiertos y adaptados a las tareas y contextos concretos.

Otros autores (Galagovsky 1993 y 1994, Gallastegui y Lorenzo 1993) critican algunos aspectos de los mapas conceptuales y proponen como más adecuado el término de redes conceptuales, aunque los resultados de las redes nos parecen menos intuitivos y más difíciles de interpretar.

Otra orientación es la propuesta por Roth y Roychoudhury (1994) los cuales consideran que los mapas conceptuales se han utilizado habitualmente por Novak en una perspectiva proceso-producto y que sin embargo pueden utilizarse en una perspectiva de construcción social del conocimiento científico. Para ello los mapas deben construirse en grupo para que pueda haber diálogo y discusión entre sus componentes.

2.- LOS MAPAS CONCEPTUALES Y LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE CIENCIAS

Si inicialmente los mapas conceptuales se utilizaron fundamentalmente para el aprendizaje de los alumnos, cada vez son más los trabajos que defienden la utilización de los mapas conceptuales y cognitivos en la formación inicial y permanente del profesorado.

Un aspecto general para el que se utilizan es para representar en forma de mapas conceptuales los programas de formación o los conocimientos profesionales de los profesores (Pro 1995). Sin embargo la mayor parte de los trabajos utilizan los mapas conceptuales para representar los conocimientos de los profesores sobre materias concretas. Hoz *et al*. (1990) utilizan los mapas conceptuales en forma de redes para representar la estructura del conocimiento conceptual de profesores de biología y de geografía de Secundaria; cada profesor construye mapas conceptuales relacionando una lista de conceptos dada por el investigador dividida en tres grupos: biología, geografía y pedagogía. Hashweh (1987) representa por medio de mapas los conocimientos de física y biología de profesores de Secundaria de estas materias. García *et al*. (1995) analizan por medio de mapas conceptuales los conocimientos de cinemática de 15 profesores de Secundaria.

Morine-Dershimer (1989) analiza por medio de mapas conceptuales el conocimiento sobre la materia y sobre la enseñanza de profesores en formación. Gess-Newsome y Lederman (1993) también analizan por medio de mapas conceptuales y de otros métodos complementarios la estructura de conocimiento de la biología que tienen un grupo de profesores de biología de Secundaria al final de su periodo de formación inicial. Los profesores no habían pensado antes en relacionar los tópicos y no eran conscientes de la estructura que poseían. Los mapas o redes que realizan son muy esquemáticos y con pocas conexiones. Coinciden con Morine-Dershimer (1989) en que al final del curso los profesores mostraron necesidad de reorganizar sus mapas conceptuales.

Hernández (1992) utiliza una técnica numérica para analizar lo que esta investigadora denomina árboles conceptuales. Con la técnica del árbol ordenado intenta medir la estructura de conocimiento de los profesores acerca de un tópico. En primer lugar los profesores exponen palabras sobre el tópico, a continuación se agrupan por categorías y finalmente se ordenan formando un árbol de las más generales e inclusoras a las más particulares. La diferencia con el mapa conceptual de Novak es que no siempre utiliza palabras enlace al desplazarse por el arbol. Para analizar numéricamente un árbol ordenado se asegura en primer lugar de que los conceptos subordinados equivalentes se sitúen en el mismo nivel horizontal. Finalmente emplea un procedimiento numérico para medir la coherencia del árbol.

Shymansky *et al*. (1993) utilizan los mapas conceptuales del tipo de Novak para determinar, en distintas fases, la evolución del conocimiento de profesores de primaria y secundaria sobre las ideas de los estudiantes en temas de física, biología y geología. Resaltan los problemas de validez de su investigación, porque los mapas conceptuales son "*extremadamente difíciles de evaluar*". En cambio otros autores (Markham *et al*. 1994) defienden que los mapas conceptuales pueden ayudar a evaluar el cambio conceptual de los profesores de ciencias en formación inicial o a determinar la estabilidad de las orientaciones de los profesores de infantil (Mergendoller y Sacks 1994). En otros trabajos (Beyerbach y Smith 1990) los profesores en formación de Infantil y Primaria construyen los mapas conceptuales por programas de ordenador.

Moral (1995) defiende la utilización de los mapas cognitivos en la formación del profesorado. Parte de que existe una correlación entre la complejidad de la estructura del conocimiento del profesor y su capacidad para reflexionar. Los profesores expertos son capaces de analizar los problemas separando sus partes esenciales. Los mapas cognitivos pueden ser una estrategia de reflexión y de generación de conocimiento práctico en los profesores.

Desde una perspectiva constructivista (Hewson & Hewson 1989), se considera que los profesores de ciencias tienen concepciones sobre la ciencia, y sobre la forma de aprenderla y enseñarla, fruto de sus propios años de escolaridad, que están profundamente arraigadas y que no siempre coinciden con las que propugnan las directrices curriculares, por lo que es necesario cuestionar en la formación inical el pensamiento docente espontáneo de los profesores de ciencias (Furió *et al* 1992, Gil 1991). Los mapas cognitivos se han mostrado en numerosos estudios como una herramienta útil para conocer las concepciones de los profesores sobre la ciencia, sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias o sobre el rol del profesor de ciencias, ya que los mapas cognitivos relacionan, de una forma parcialmente jerárquizada, unidades de información con un sentido más ámplio que los conceptos utilizados en los mapas conceptuales y su representación permite una visión global y no fragmentada de las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Los mapas cognitivos de los profesores pueden ser construidos por ellos mismos (Jones y Vesilind 1995) o por un investigador externo a partir de los datos obtenidos de los profesores (Mellado 1996). La representación gráfica de los datos no se limita a los estudios cuantitativos, sino que puede ser un buen procedimiento en los estudios cualitativos para representar las concepciones de los profesores (Llinares 1992, Powell (1994).

Esta metodología nos ha permitido (Mellado, 1995) estudiar las concepciones previas de maestros en formación sobre la naturaleza de la ciencia y sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, así como analizar las relaciones y contradicciones entre las concepciones y la conducta docente en el aula de estos profesores en formación durante las prácticas de enseñanza. Además, el análisis de los mapas cognitivos por parte de los maestros en formación, les ha impulsado a reflexionar sobre sus concepciones y prácticas docentes, con lo que esta metodología ha sido reconocida por ellos mismos como una herramienta de intervención en la formación inicial de profesores.

3.- LOS MAPAS CONCEPTUALES DE CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS

En este apartado describimos con más detalle la utilización de los mapas conceptuales sobre Ciencias de la Tierra en la formación inicial de maestros. Las reflexiones como docentes sobre lo que hay que enseñar y cómo hacerlo, nos han llevado a trabajar en el estudio de los mapas conceptuales como metodología aplicada al campo de la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. El aprendizaje significativo constituye una forma normal de progreso en la estructuración de un conjunto ordenado de conocimientos en el campo de las Ciencias de la Tierra. Así mismo la teoría de Ausubel en cuanto al proceso de asimilación cognoscitiva que se produce en este tipo de aprendizaje, con ciertas matizaciones, es una de las herramientas más útiles, tanto a la hora de organizar un esquema básico de programación, como para el diseño pormenorizado de mapas conceptuales en el estudio de las Ciencias de la Tierra.

Los contenidos de las Ciencias de la Tierra a través de los mapas conceptuales pueden organizarse con una marcada jerarquización conceptual, desde los conceptos más generales o inclusivos a conceptos más particulares y específicos. En el trabajo de mapas conceptuales aplicados a la enseñanza de Las Ciencias de la Tierra, el profesor actua de orientador del camino a seguir, de manera que durante todo el proceso se facilite el aprendizaje y se favorezca el desarrollo intelectual del alumno.

Los mapas conceptuales, en el curriculo de Ciencias de la Tierra para la formación inicial de maestros deben usarse como procesos activos, en el sentido de que los estudiantes no sólo adquieran conocimientos, sino también procedimientos.

En este trabajo describimos la metodología que hemos utilizado en la enseñanza de un tema concreto: EL PAISAJE en una asignatura optativa de tercer curso de la Diplomatura de Maestro de Educación Primaria con 25 alumnos, divididos en grupos de cinco. Consideramos que para la mayoria de los estudiantes de Magisterio es la ultima oportunidad de trabajar con la disciplina de Ciencias de la Tierra, por lo que pensamos que este trabajo se ha de hacer con un enfoque integrador, para así poder aplicar los conocimientos de Ciencias de la Tierra a situaciones de la vida real.

La Metodología la hemos desarrollado en tres fases: fase de iniciación, fase de desarrollo y fase de conclusiones.

a) Fase de iniciación

El objetivo fundamental es llegar a interpretar EL PAISAJE como un todo. Pensamos que es necesario que los alumnos en esta fase de iniciación mejoren la comprensión del tema objeto de estudio a través de la lectura de textos científicos, hecho que utilizamos tanto para activar los conocimientos previos como para crear en el alumnado una motivación hacia el tema. El objetivo de las lecturas lo establece el profesor, para ello selecciona y secuencia los textos para adaptarlos al grupo de trabajo.

Los Textos elegidos para este tema concreto son:

- El capitulo I y II de la *Geomorfología General* de J. Muñoz Jimenez (1992), con el objetivo de que los alumnos comprendan el objeto y encuadre disciplinar de la geomorfología.

- El capitulo III de Los elementos del Medio Físico (MOPU 1993) con el que pretendemos que los futuros maestros analicen como ha sido tratado el término o concepto de paisaje a lo largo de la historia.

Iniciar la selección de conceptos a partir de la lectura de textos es un procedimiento ya realizado por otros autores. Ault (1985) nos presenta varios mapas conceptuales de Ciencias de la Tierra construidos por los estudiantes siguiendo una secuencia de cinco pasos: selección de conceptos de un texto, ordenación de los conceptos de los más abstractos e inclusores a los menos, agrupación de los conceptos, ordenación de los conceptos en dos dimensiones, y enlace de los conceptos relacionados por medio de palabras clave. El mismo autor aclara que los pasos pueden servir de orientación pero que puede haber otras formas alternativas de elaborar mapas conceptuales.

Las dificultades que pueden aparecer en la lectura de los textos son varias, ya que no todos los alumnos han asimilado de la misma forma los conceptos previos del tema, ni usan la misma estrategía en la lectura, ni poseen igual aptitud ante la misma. Es el profesor el que ha se servir de guia ante estas dificultades, consiguiendo activar los conocimientos previos y un aprendizaje más significativo. Para ello al mismo tiempo que los estudiantes de Magisterio van haciendo la lectura de los textos, van subrayando los términos técnicos y contruyendo su propio diccionario científico, que elaboran de forma individual pues no todos tienen que organizar del mismo modo sus conocimientos. Todo esto se recoge en una ficha que incluye tres descriptores: raiz, significado o definición del término, y fuente de consulta.

Al finalizar esta fase de iniciación, el profesor, con el fin de sintetizar conceptos científicos relacionados con el tema, y para que los futuros maestros adquieran una visión amplia del mismo, elabora unas claves de la lectura de los textos científicos, orientadas a que los estudiantes de Magisterio reconozcan por medio de preguntas los puntos de vista sobre el avance de la ciencia del paisaje, la importancia del paisaje, sus elementos y sus resultados, sus modificaciones, la percepción, así como las agresiones que sufre, etc.

b) fase de desarrollo

Una vez concluida la fase de iniciación, empezamos la elaboración del mapa conceptual, con el mismo objetivo que partíamos en la fase de iniciación de ver el paisaje como un conjunto de elementos del medio (el relieve, la atmósfera, las aguas, los suelos la vegetación, la fauna), donde a su vez todos ellos participan de algo en común, como es la coexistencia en un mismo espacio, en el que se organizan a través de leyes que van más alla de las propias que afectan a cada elemento en particular. En definitiva, todos los elementos que forman el medio -incluyendo el hombre- aparecen integrados, de forma que cada uno de ellos depende en mayor o menor grado del estado o la evolución de los restantes. Todo este conjunto de elementos del medio forma el paisaje, un término que puede tener diversas connotaciones, según la óptica desde la que se aborde su estudio o a quién vaya dirigido el mismo.

La constucción de mapas conceptuales es una herramienta que ayuda a que los futuros maestros lleguen a entender el concepto de paisaje como un todo. Para ello procedemos de la siguiente manera.

En esta fase el profesor actúa de guía, una vez más, coordinando el trabajo de los distintos grupos en la elaboración de los conceptos claves que servirán de base para la construcción más adecuada del concepto de paisaje como síntesis de todos los componentes del medio. En ocasiones es el profesor el que selecciona los conceptos claves, pero coincidimos con Horton (1992) en que son más efectivos los mapas conceptuales en que los mismos estudiantes proporcionan los conceptos claves.

En la tabla 1 incluimos la relación de los términos con los que hemos trabajado en al mapa conceptual del paisaje. Naturalmente esta relación está elaborada en el contexto específico de una clase con estudiantes de maestros que cursan la especialidad de Educación Primaria, por lo que en otros contextos diferentes la relación de conceptos claves no tiene por qué ser la misma.

A continuación mostramos una secuencia de las actividades que llevamos a cabo en el aula en la elaboración del mapa conceptual.

Cada término conceptual de la tabla se imprime en una pequeña cartulina. Esta operación se repite tantas veces como grupos haya en la clase, para que cada grupo disponga del conjunto completo de cartulinas con todos los términos que constituyen el paisaje. A cada grupo de maestros en formación se le entrega el conjunto de cartulinas con todos los términos, colocadas aleatoriamente

Seguidamente los estudiantes de Magisterio tienen que agrupar los términos conceptuales por características comunes (por ejemplo, los referentes a climas, a la acción antrópica, a los procesos, etc.). Esta operación inicialmente les supone mucha dificultad, pues tienen que ir relacionando los conocimientos previos que poseen y los nuevos, para lo

VALLES	RELIEVE	TEMPERATURAS
ROCAS	PAISAJE	PRECIPITACIONES
SUELO	AGENTES GEOLOGICOS EXTERNOS	LATITUD
PROCESOS INTERNOS	TRANSPORTE	ALTITUD
TOPOGRAFIA	EROSION	CORRIENTES MARINAS
MOVIMIENTOS OROGENICOS	SEDIMENTACION	DISTANCIA AL MAR
AGENTES GEOLOGICOS INTERNOS	VIENTO	ZONAS CLIMATICAS
MOVIMIENTOS TECTONICOS	AGUA	ZONA CALIDA
CADENAS MONTAÑOSAS	HIELO	ZONA TEMPLADA
VOLCANES	METEORIZACION	ZONA FRIA
TERREMOTOS	CLIMA	COMUNIDAD BIOLOGICA
EXPANSION OCEANICA	TIEMPO ATMOSFERICO	ACCION ANTROPICA
FOSAS MARINAS	FLORA	PLANTAS
HIERBAS	ARBUSTOS	ARBOLES
FAUNA	OBRAS PUBLICAS	DEFORESTACION
VERTEBRADOS	ACTIVIDADES TURISTICAS	INCENDIOS
INVERTEBRADOS	URBANIZACIONES Y EDIFICACIONES	IMPACTOS AMBIENTALES
MONTAÑAS	CANTERAS	BIOSFERA
LLANURAS	ENERGIA SOLAR	RELIEVE ACTUAL
TIEMPO GEOLOGICO	PUERTOS	CONTAMINACION
MESETAS	ACANTILADOS	PRACTICAS AGRICOLAS
ASENTAMIENTOS HUMANOS		PRACTICAS GANADERAS-FORESTALES

Tabla 1. Conceptos claves utilizados para elaborar los mapas conceptuales sobre el paisaje

cual analizan todos los conceptos e investigan todas las posibilidades a traves de las ideas ejes, basándose en las conclusiones a que llegaron en la fase de iniciación, es decir articular por ejemplo la idea de que el paisaje depende del relieve y de la comunidad biológica.

Una vez superada esta fase, cada grupo tiene que ordenar los conceptos, elaborar las palabras enlace que sirvan de union entre los conceptos con los que se trabaja, y construir el mapa conceptual. Para concluir cada grupo elabora una definicion del concepto de PAISAJE a través del mapa conceptual que ha construido.

Aunque los términos utilizados son los mismos en cada grupo, sin embargo los mapas conceptuales elaborados son diferentes para cada grupo. Como ejemplo comentamos brevemente el camino seguido por dos grupos de trabajo.

Grupo 1.- Este grupo parte de la idea clave de que el paisaje viene condionado por el relieve y la biosfera. A su vez el relieve lo condicionan los agentes modeladores (geológicos y meteorológicos) y el clima (con los elementos y factores), y asi van construyendo el mapa con las palabras enlace. En cuanto al otro eje del mapa que es la biosfera, señalan que esta condicionada por la comunidad biologica (flora, fauna y la acción antrópica) y lo desarrollan ampliamente. A este grupo tuvimos que ayudarle porque del concepto de biosfera tenían un mero recuerdo memoristico, pero en este caso separaban el medio biótico del abiótico como un todo integrador.

En este grupo el paisaje lo definen como el resultado de la acción del relieve condicionado por los agentes modeladores y la biosfera que incide significativamenre sobre él. Dicho paisaje en el transcurso del tiempo da lugar al relieve actual.

Grupo 2.- Este grupo parte de tres descriptores básicos: la comunidad biológica, el clima y el relieve, a partir de los cuales van desarrollando los siguientes términos por medio de las palabras enlace. La biosfera la trabajan como la influencia de impactos ambientales provocados por la comunidad biologíca sobre ella. El camino a seguir en la construcción del mapa, es diferente al del grupo 1, pero es igualmente valido.

Definen el paisaje como el resultado de la interacción de la comunidad biológica, el clima y el re-

lieve que en función del tiempo geológico originan el relieve actual representado por la topografía.

En la figura del Anexo presentamos como ejemplo el mapa conceptual elaborado por el grupo 2 siguiendo las pautas que hemos ido comentando a lo largo del trabajo.

c) Fase de conclusiones y aplicacions didácticas

Una vez construidos los mapas dedicamos una sesión a discusión y contraste por toda la clase de los mapas elaborados por los distintos grupos.

Las implicaciones finales que tiene la experiencia que presentamos, es la elaboración de unidades didácticas del paisaje, dirigidas a escolares del tercer ciclo de Primaria haciendo las correspondientes adaptaciones curriculares.

A lo largo de los años, nuestra experiencia al trabajar con los mapas conceptuales en la formación de maestros en Ciencias de la Tierra nos ha demostrado que los mapas conceptuales son útiles para generar en los estudiantes de Magisterio:

- Mayor motivación por el estudio del tema
- Mejor comprensión de los conceptos científicos
- Globalización de los temas
- Interrelación de conceptos

A lo largo del trabajo los estudiantes de Magisterio, han comprobado que se puede aprender de una forma activa y amena, combinando el trabajo personal con el trabajo colaborativo, potenciando el diálogo y la cooperación entre ellos y con una mayor relación afectiva. Esta forma de trabajar aumenta su actitud positiva ante los conocimientos que van adquiriendo, y una vez elaborado el trabajo, sienten satisfacción por el mismo.

Además, a lo largo del proceso de construcción surgen numerosos temas sobre la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Tierra que son tratados colateralmente. Uno de ellos se refiere a la edad de adquisición del pensamiento formal; la experiencia en la construcción de mapas nos ha demostrado que numerosos estudiantes de Magisterio se mueven para determinados conceptos en un mundo concreto, y necesitan un esfuerzo para llegar a la abstracción.

BIBLIOGRAFÍA

Ault, C. R. Jr. (1985). Concept mapping as a study strategy in Earth Science. *Journal of College Science Teaching*, 15, 38-44.

Ausubel, D.P. (1976). *Psicología evolutiva. Un punto de vista cognitivo*. Trillas. México.

Beyerbach, B.A y Smith, J.M. (1990). Using a computerized concept mapping program to asses preservice teachers' thinking about effective teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 961-971.

Contreras, L.C. (1993). Mapas conceptuales y resolución de problemas. *Investigación en la Escuela*, 19, 79-88.

Furió, C.; Gil, D.; Pessoa de Carvalho, A.M. y Salcedo, L.E. (1992). La formación inicial del profesorado de educación secundaria: papel de las didácticas especiales. *Investigación en la Escuela*, 16, 7-21.

Galagovsky, L.R. (1993). Redes conceptuales: Base teórica e implicaciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*,11(3), 301-307.

Galagovsky, L. R. y Ciliberti, N. (1994). Redes conceptuales: Su aplicación como instrumento didáctico en temas de física. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 338-349.

Gallastegui, J.R. y Lorenzo, F.M. (1993). "El café tiene cafeina y nos despierta, nos da energía": Concepciones sobre energía química, una buena razón para poner de acuerdo a los profesores de Física y Química y Ciencias Naturales, *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 20-25.

García, J.J., Pro, A. y Saura, O. (1995). Planificación de una unidad didáctica: El estudio del movimiento, *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 211-226.

Gess-Newsome, J. y Lederman, N.G. (1993). Preservice biology techers' knowledge structures as a funstion of professional teacher education: A year-long assessment. *Science Education*, 77(1), 25-45.

Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.

González, F. M. (1992). Los mapas conceptuales de J.D. Novak como instrumento para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 148-158.

Hashweh, M.Z. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching and Teacher Education*, 3(2), 109-120.

Hernández, L.M. (1993). Tareas de planificación del módulo "La energía y los recursos energéticos" en el marco de la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3, 247-254.

Hernández, M.E. (1992). La técnica del árbol ordenado. Un análisis de la estructura del conocimiento de contenido pedagógico. En C. Marcelo (ed): *La investigación sobre la formación del profesorado. Métodos de investigación y análisis de datos*. Cincel. Argentina CF. 171-197.

Hewson, P.W. y Hewson, M. G. (1989). Analysis and use of a task for identifyng conceptions of teaching science. *Journal of Education for Teaching*, 15(3), 191-209.

Horton, P.B. (1992). An investigation of the effectiveness of concept mapping as a instructional tool. *Science Education*, 77 (1), 95-111.

Hoz, R.; Tomer, Y. y Tamir, P. (1990). The relations between disciplinary and pedagogical knowledge and the length of teaching experience of biology and geography teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 973-985.

Jiménez, M.P. (1991). Los esquemas conceptuales sobre la selección natural: Análisis y propuestas para un cambio conceptual. En *Resúmenes Nacionales de Investigación e Innovación Educativa de 1990*. CIDE. Madrid. 271-303.

Jones, M.G. y Vesilind, E. (1995). Preservice teachers' cognitive frameworks for class management. *Teaching and Teacher education*, 11(4), 313-330.

León, M.J. (1995). La representación del conocimiento del profesor tutor acerca de la integración escolar y los niños con necesidades educativas especiales. *Revista de Educación*, 307, 341-365.

Liu, X. y Hinchey, M. (1996). The internal consistency of a concept mapping scoring scheme and its effect on prediction validity. *International Journal of Science Education*, 18(8), 921-937.

Llinares, S. (1992). Los mapas cognitivos como instrumento para investigar las creencias epistemológicas de los profesores. En C. Marcelo (Ed): *La investigación sobre la formación del profesorado. Métodos de investigación y análisis de datos*. Cincel. Argentina C.F. 57-95.

López, R. (1992). Mapas conceptuales y enseñanza de las ciencias sociales. *Aula*, 8, 31-35.

López Rupérez, F. (1991 a). Análisis de la influencia de la construcción de mapas conceptuales sobre la estructura cognitiva en estudiantes de física. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 135-144.

López Rupérez, F. (1991 b). *Organización del conocimiento y resolución de problemas de física*. CIDE-MEC. Madrid.

Markham, K.M.; Mintzes, J.J. y Jones, M.G. (1994). The concep map as a research and evaluation tool: Further evidence of validity. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 91-101.

Mellado, V. (1995). *Análisis del conocimiento didáctico del contenido en profesores de ciencias de Primaria y Secundaria en formación inicial*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura. Cáceres.

Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial, de primaria y secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.

Mergendoller, J. y Sacks, C.H. (1994). Concerning the relationship between teachers' theoretical orientation toward reading and their concept maps. *Teaching and Teacher Education*, 10(6), 589-599.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. (1993). *Guia didáctica de los Elementos del Medio Físico*. MOPU. Madrid

Moral, C. (1995). Los mapas cognitivos como estrategia de reflexión y de generación del conocimiento práctico del profesor. *Revista de Ciencias de la Educación*, 162, 101-110.

Moreira, M.A. y Novak, J.D. (1988). Investigación en la enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 3-18.

Moreira, M.A. y Takeco, G.S. (1985). Mapas conceptuales como recursos instruccionales de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, Nº Extra. p. 14.

Morine-Dershimer, G. (1989). Preservice teachers' conceptions of content and pedagogy: Measuring growth in reflective, pedagogical decision-making. *Journal of Teacher Education*, 40(50, 46-52.

Muñoz, J. (1992). *Relieve Terrestre y su Estudio Científico*. Ed. Síntesis. Madrid.

Novak, J.D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 213-233.

Novak, J.D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender como aprender. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 215-228.

Novak, J.D. y Gowin, D.B. (1988). *Aprender a aprender*. Martínez Roca. Barcelona.

Novak, J.D., Gowin, D.B. y Johansen, G.T. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-645.

Nussbaum, J. (1989). La constitución de la materia como conjunto de partículas en la fase gaseosa. En Driver, Guesne y Tiberghien (eds.): *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Morata. Madrid. 195-223.

Ontoria, A. *et al*.. (1992). *Mapas conceptuales*. Una técnica para aprender. Narcea. Madrid.

Oñorbe, A.M. *et al*. (1991). Resolución de problemas de física y química. Una propuesta metodológica de enseñanza aprendizaje. En *Resúmenes de Premios Nacionales de Investigación e Innovación Educativa 1990*. CIDE. Madrid. 175-186.

Powell, R. (1994). From field science to classroom science: A case study of constrained emergence in a second-career science teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 273-291.

Pro, A. (1995). ¿Formación de profesor de secundaria vs profesor-tutor de prácticas de secundaria?. En L. Blanco y V. Mellado (eds): *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*. Diputación Provincial. Badajoz, 375-397.

Roth, W.M. y Roychoudhury, A. (1994). Science discurse through collaborative concept mapping: New perspectives for the teacher. *International Journal of Science Education*, 16(4), 437-455.

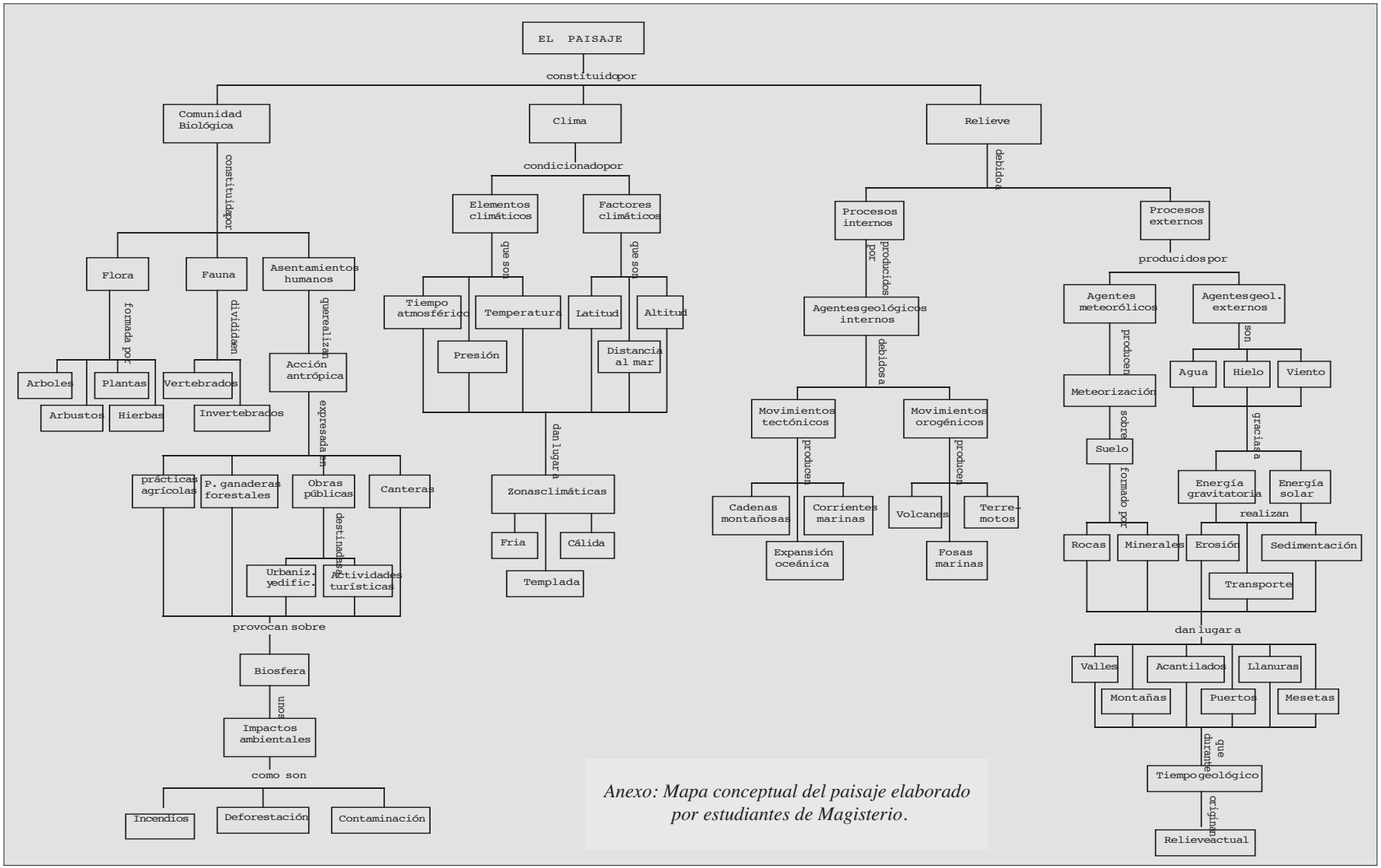
Ruiz-Primo, M.A. y Shavelson, R.J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 569-600.

Sánchez, T. (1992). Propuesta II. En Laniela y Sánchez: *Propuestas de secuencia del Conocimiento del Medio en Primaria*. Escuela Española-MEC. Madrid.

Sánchez, G. y Valcarcel, M.V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.

Shymansky, J.A. *et al*. (1993). A study of changes in middle school teachers' understanding of selected ideas in science as a function of an in-service program focusing on student preconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 737-755.

Wallace, J.D. y Mintzes, J.J. (1990). The concept map as a research tool: exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1033-1052. ■



Anexo: Mapa conceptual del paisaje elaborado por estudiantes de Magisterio.