

El mapa conceptual. Un instrumento educativo polivalente para las ciencias de la salud. Su aplicación en histología.

Concept maps as a polyvalent educational tool for health sciences.
Their application to histology

María del Carmen Sánchez-Quevedo, María Angustias Cubero, Miguel Alaminos, Pascual Vicente Crespo y Antonio Campos

Departamento de Histología. Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Granada

En el presente artículo se analiza el mapa conceptual como instrumento de estrategia educativa aplicada a las ciencias de la salud y, especialmente, al ámbito de la histología. Tras considerar los elementos constitutivos y los tipos de mapas conceptuales y el fundamento epistemológico de los mismos para estimular el aprendizaje significativo, se examina la aplicación de los mapas al desarrollo curricular, la evaluación, el diseño pedagógico por parte del profesor y el autoaprendizaje por parte del alumno en el contexto del proceso de Bolonia. En el ámbito de la histología se analiza la utilización de los distintos tipos de mapas para la definición y jerarquización de sus contenidos, su relación con el resto de las disciplinas y su nuevo paradigma vinculado a la Ingeniería tisular

Palabras clave: mapas conceptuales, aprendizaje significativo, evaluación, planificación curricular, histología.

This article analyzes the concept map as a tool for educational strategy applied to health sciences, particularly in the area of histology. After considering the elements that make up these maps, the different types of concept maps and the epistemological basis of maps as instruments to enhance significant learning, the article examines how maps can be used for curriculum development, evaluation, pedagogic design by teachers, and self-learning by students within the context of the Bologna process. With reference to histology, we analyze how different types of maps are used to define and rank concepts, examine the relationship between disciplines and to understand the new paradigm of histology related to tissue engineering.

Key words: concepts maps, significant learning, evaluation, curriculum planning, histology.

Correspondencia:

Antonio Campos
Departamento de Histología. Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Granada
Avenida de Madrid 11, 18071 Granada
Fax: 958244034
E-mail: acampos@histolii.ugr.es

INTRODUCCIÓN

Tres circunstancias concurren en cualquier proceso educativo de nuestros días: la necesidad de integrar un conocimiento cada vez mas disperso y diversificado, la imperiosa necesidad de practicar el principio de economía de la enseñanza, esto es el clásico principio Orteguiano¹ según el cual un alumno no puede aprender todo lo que habría que enseñarle y, por último, la necesidad, de que el alumno sea cada vez mas protagonista de su propio aprendizaje.

Trabajar, simultáneamente, en esta triple dirección no resulta nada fácil y es, a causa de ello, por lo que muchas directrices y propuestas educativas de carácter innovador, fracasan al ser implementadas. La búsqueda de instrumentos, que ayuden a articular la convergencia entre estas tres necesidades, es objetivo básico de cualquier sistema educativo. Ello es especialmente importante en el ámbito universitario en el que el alumno es el más importante agente de su propia formación.

Para lograr este y otros objetivos, de carácter sanitario y social, las Facultades y las Escuelas de salud han impulsado, en mayor o menor medida, numerosas innovaciones docentes al amparo de los distintos modelos educativos propugnados por los expertos en las distintas ramas de la educación en salud. La enseñanza por objetivos, la enseñanza por resolución de problemas, los currícula de enseñanza integrada, la definición de estándares y competencias profesionales, la educación basada en la mejor evidencia, etc. forman hoy parte del horizonte de la mayoría de nuestros centros de formación incluidos los básicamente asistenciales^{2,3}.

En este contexto y para garantizar el éxito de cualquier propuesta educativa innovadora en el ámbito de las ciencias de la salud, es fundamental elegir las estrategias y las metodologías docentes más adecuadas y junto a ellas los instrumentos didácticos más pertinentes en relación con los objetivos que queramos alcanzar⁴.

El desarrollo en el último tercio del siglo XX de los denominados mapas conceptuales por Joseph Novak⁵⁻⁶ y su aplicación a distintas áreas de conocimiento ha abierto un camino de integración en la triple demanda antes esbozada así como en el desarrollo de otros importantes objetivos educativos. Los mapas, que suministran fundamentalmente un conocimiento de tipo relacional, han sido aplicados a la ciencia de la administración⁷, a las ciencias de la educación⁸, a la lingüística⁹, a la sociología¹⁰, a la historia¹¹ o a la computación¹². Aunque los mapas conceptuales se han aplicado también a las ciencias sanitarias¹³⁻¹⁷ sólo algunas Facultades y Escuelas de ciencias de la salud han comenzado a introducirlos, muy recientemente, como un instrumento educativo de utilización regular¹⁸⁻²⁰. En general, la aplicación de los mapas conceptuales al desarrollo cognitivo de nuestros alumnos, a la enseñanza y al aprendizaje de estas ramas del saber, ha sido, verdaderamente, muy escasa.

El presente trabajo tiene por objeto sistematizar el concepto básico de mapa conceptual y los distin-

tos criterios que justifican su aplicación a las ciencias de la salud y muy especialmente al ámbito de la Histología.

MAPA CONCEPTUAL. DEFINICIÓN Y TIPOS

El mapa conceptual es una representación bidimensional de un conjunto de conceptos y de las relaciones que dichos conceptos tienen entre sí. Se trata, por tanto de un recurso esquemático formado por un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones²¹. Un mapa conceptual consta de "Nodos" y de "Enlaces". Los nodos, denominados también células, contienen un concepto, un ítem o una cuestión. Se representan por medio de rectángulos, círculos u óvalos en cuyo interior queda encerrado el concepto. Desde el punto de vista gramatical los conceptos se identifican como nombres, adjetivos y pronombres, que representan básicamente hechos e ideas. Los "Enlaces" son líneas que unen los nodos. Su dirección se especifica con un símbolo en forma de flecha. Junto a cada línea una leyenda explica la relación entre los nodos. El texto de la leyenda, también denominado palabra de enlace, define la conexión existente entre los conceptos. Desde un punto de vista gramatical se utilizan como palabras de enlace verbos, preposiciones, conjunciones, adverbios y, en general, todas las palabras que no son conceptos^{6,22}.

Los conceptos que se incluyen en los mapas son las palabras, los signos o los símbolos que utilizamos para expresar los distintos patrones de regularidad existentes en los objetos y en los sucesos que observamos en el mundo. La unión de dos o más conceptos a través de una línea y una leyenda explicativa forman una proposición. Por proposición se entiende la sentencia, y por tanto la unidad semántica, que define la relación existente entre dos o más conceptos. Es, por tanto, la frase, con un significado determinado, que se forma por dos o más conceptos unidos por las palabras de enlace²³.

El mapa conceptual es, en consecuencia, un instrumento útil para la organización y la representación visual del conocimiento cuya elaboración puede ejecutar el docente para mostrar al estudiante como se relacionan determinados conceptos o puede ejecutar el alumno, individualmente o en grupo, con el objeto de alcanzar una mayor comprensión de los conceptos que estudia.

El mapa conceptual debe distinguirse del denominado, recientemente por Buzan²⁴, mapa mental. Este último consiste en una palabra central alrede-

dor de la cual ha de escribirse al menos entre cinco o diez palabras mas que puedan relacionarse con ella y así sucesivamente. La diferencia fundamental entre uno y otro es que mientras en el primero, en el mapa conceptual, existen varios conceptos en el segundo, en el mapa mental, solo hay uno. De ello deriva que mientras en el mapa mental la representación gráfica es semejante a un árbol, en el mapa conceptual la representación grafica es siempre reticular.

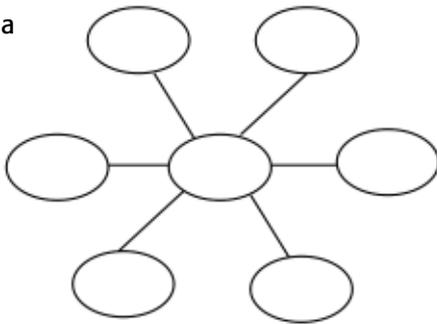
Los mapas conceptuales pueden construirse de muy diversas maneras pero, en general, se han definido cuatro grandes categorías de mapas conceptuales que se diferencian entre si por el formato con el que se representa la información. Las cuatro categorías son: 1) el Mapa conceptual en araña, en el que el concepto central o tema unificador se ubica en la zona central del mapa mientras que en la periferia y en forma radiada se localizan los distintos subtemas. 2) el Mapa conceptual jerarquizado, en el que la información se presenta siguiendo un orden descendente y en el que los conceptos más inclusivos ocupan los lugares superiores. 3) el mapa conceptual en diagrama de flujos, en el que la información se expande en un formato lineal y 4) el mapa conceptual sistémico, en el que la información se extiende de un modo semejante al modelo anterior pero con la adición de entradas y salidas (Fig.1)

FUNDAMENTO EPISTEMOLÓGICO DE LOS MAPAS CONCEPTUALES

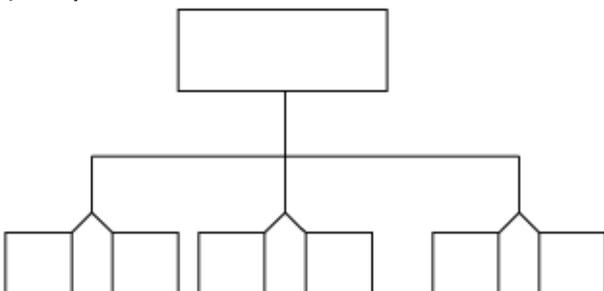
El desarrollo de los mapas conceptuales se sustenta, en palabras de su creador Joseph Novak, en la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel²⁵⁻²⁷. Para este autor el aprendizaje por parte de un alumno depende de la estructura cognitiva previa que el alumno posee, entendiendo por estructura cognitiva el conjunto y la organización de conceptos, ideas y proposiciones estables y definidas, que un individuo posee en un determinado campo de conocimiento. El aprendizaje será significativo si los nuevos contenidos se relacionan de modo sustancial y no arbitrario con lo que el alumno ya sabe. El aprendizaje significativo tiene lugar cuando una nueva información logra conectar, por tanto, con un concepto relevante pre-existente en la estructura cognitiva del alumno que funciona como punto de anclaje. El aprendizaje mecánico se produce cuando no existen mecanismos de anclaje adecuados y la nueva información se almacena arbitrariamente sin interactuar con la estructura cognitiva previa. Ausubel²⁷ señala, sin embargo que entre el aprendizaje significativo y el aprendizaje mecánico la separación no es absoluta y que, en realidad, lo que existe es un rango, un espectro continuo, una verdadera continuidad entre ambos tipos de aprendizaje.

Fig. 1. Tipos de mapas conceptuales

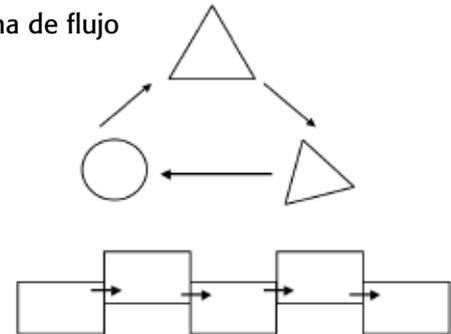
a) en araña



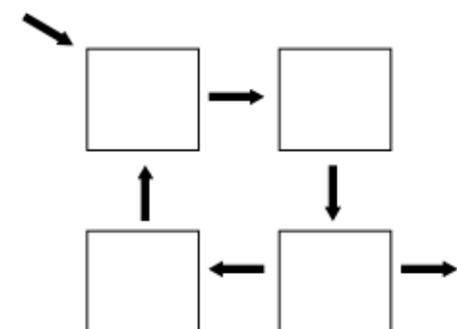
b) jerarquizado



c) en diagrama de flujo



d) sistémico



Memorizar datos estaría en un extremo del espectro y relacionar conceptos en el otro. Lo que parece muy evidente como consecuencia de las aportaciones de Ausubel y de otros autores²⁵⁻²⁷ es que el aprendizaje significativo requiere claridad en los conceptos, y en el lenguaje en que se expresan, para que estos puedan interactuar eficazmente con el conocimiento preexistente del alumno. Este debe poseer también un conocimiento previo asimismo relevante para alcanzar dicho tipo de aprendizaje. La importancia de utilizar el mapa conceptual en el proceso enseñanza-aprendizaje radica, precisamente, en la propiedad que este posee como instrumento capaz de ayudar al logro de ambos requisitos. En el primer caso facilita la presentación y la jerarquización de los conceptos y proposiciones a aprender; en el segundo, facilita el diagnóstico sobre los conceptos y proposiciones previas de las que parte el alumno.

En el proceso de incorporar conocimiento a la memoria parece crítica, por otra parte, la secuencia de iteración que se establece entre el sistema de memoria de corta duración, capaz de procesar apenas la relación entre dos o tres conceptos en cada momento, y el sistema de memoria de larga duración destinado a albergar un conocimiento más perdurable²⁸. A juicio de Novak²⁹⁻³⁰ la eficacia y la capacidad educativa del mapa conceptual como instrumento útil para alcanzar el aprendizaje significativo radica en que constituye un excelente mecanismo que ayuda a organizar el conocimiento y estructurarlo pieza a pieza y, en consecuencia, a facilitar su incorporación a la memoria durante un largo periodo de tiempo.

Resulta evidente que la utilización de mapas conceptuales en el proceso enseñanza –aprendizaje se incardina en una concepción constructivista del proceso educativo. Esta concepción de gran tradición filosófica³¹⁻³² sostiene que el conocimiento se construye activamente desde dentro por el propio alumno y que el papel del profesor consiste básicamente en actuar como lazarillo. Si bien la elaboración de los mapas conceptuales por parte de los alumnos sustenta este tipo de propuesta la elaboración de mapas por parte de los profesores otorga también a estos un papel mucho más activo como veremos con posterioridad.

LOS MAPAS CONCEPTUALES Y LAS CIENCIAS DE LA SALUD

La utilización de los mapas conceptuales en las ciencias de la salud es, sin duda, creciente. Algunos

departamentos y facultades, en Estados Unidos y en Europa¹⁸⁻²⁰, han comenzado a utilizar los mapas conceptuales en sus actividades docentes y programáticas, al principio como un simple instrumento de apoyo didáctico y más recientemente como un instrumento verdaderamente capaz de inspirar toda una filosofía de transformación educativa. Esta progresiva utilización de los mapas en la enseñanza y el aprendizaje de la Medicina, la Odontología, la Veterinaria, la Farmacia, la Enfermería etc. tiene sin duda su origen en la probada capacidad de los mapas conceptuales para estimular, como vimos en el apartado anterior, el aprendizaje significativo. Un tipo de aprendizaje, relacional y no coyuntural, indispensable para el desarrollo eficaz de cualquier actividad profesional vinculada a las ciencias de la salud. A nuestro juicio y de acuerdo con las experiencias existentes hasta el momento los mapas conceptuales en las ciencias de la salud pueden aplicarse a dos niveles: a nivel institucional, en las distintas unidades y estructuras con responsabilidades docentes -El Departamento y la Facultad o Escuela- y, a nivel personal, por cada profesor y por cada alumno. En ambos niveles pueden definirse distintos objetivos

1) Aplicación institucional de los mapas conceptuales

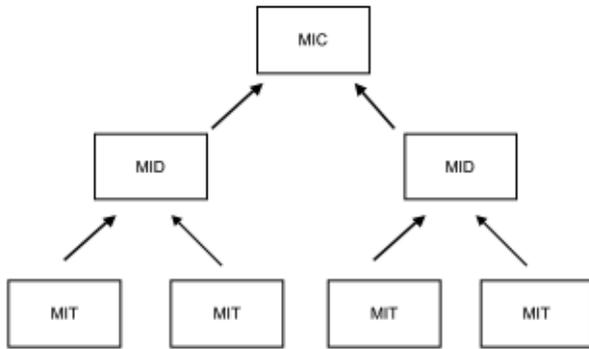
La aplicación afecta a la planificación curricular y a la evaluación

Planificación curricular

La aplicación de los mapas conceptuales al diseño de la planificación curricular es sumamente útil pues los mapas ofrecen visualmente, y de un modo muy conciso, los conceptos y los principios fundamentales del proceso de enseñanza–aprendizaje que se pretende implementar. El tipo de mapa conceptual que se recomienda utilizar para un diseño curricular es el mapa jerárquico pues ayuda a enfatizar el carácter secuencial y progresivo del contenido docente y, por tanto, a definir una verdadera estrategia de instrucción. Partiendo de los conceptos más inclusivos y avanzando hacia los más específicos el mapa favorece el aprendizaje significativo al conectar el conocimiento más generalizado (conocimiento previo del alumno) con el más especializado (conocimiento nuevo para el alumno). El desarrollo de una planificación curricular a través de un mapa conceptual exige la creación de lo que se denomina un macro mapa que muestre las principales ideas a desarrollar en el conjunto del curriculum. El macro mapa puede completarse luego con micromapas con los contenidos específicos de un segmento determinado del conjunto curricular. La ventaja fundamen-

Fig. 2. Niveles de integración curricular de los mapas conceptuales

MIT: mapa de integración temática
 MID: mapa de integración disciplinar
 MIC: mapa de integración curricular



tal, a nuestro juicio, de la utilización de mapas en el desarrollo curricular radica en la posibilidad de estimular y favorecer la capacidad de integración, tanto a nivel institucional como a nivel individual, en las distintas estructuras y agentes, docentes y discentes, que participan en la implementación del currículum. En este sentido el mapa curricular puede llegar a ser un verdadero Mapa de integración curricular (MIC) capaz de contribuir a una visión curricular más holística de las ciencias de la salud. Nuestra experiencia en esto campo se limita a la aplicación de mapas conceptuales a temas concretos de nuestras disciplinas con el objeto de configurar mapas de integración temáticos (MIT) y a la elaboración, todavía provisional, de un mapa de integración disciplinar (MID) en el ámbito de la histología bucodental (Fig.2).

Una ventaja añadida para estudiantes y profesores de la elaboración de mapas conceptuales a nivel institucional es, también, la transparencia conceptual, el carácter explícito, de la instrucción a impartir y recibir, lo que evita ver el aprendizaje como un mero proceso de memorización carente de sentido. La utilización de mapas conceptuales institucionales permite asimismo incorporar el modelo de enseñanza basada en problemas como eje nuclear del diseño curricular. Ello indica la versatilidad de este instrumento y su aplicabilidad a los distintos modelos actualmente en vigor en la enseñanza de las ciencias de la salud¹³⁻¹⁶.

Uno de los rasgos más característicos de un mapa conceptual es su carácter dinámico lo que facilita su

continua adaptación a una nueva realidad o a cualquier nueva situación problemática. Una ventaja añadida a las necesidades, siempre cambiantes, de un diseño curricular y a la necesaria estrategia con la que hay que incorporarlos^{2,33}

Evaluación

Si los mapas conceptuales pueden utilizarse para la instrucción y el aprendizaje significativo también pueden utilizarse para la evaluación. El mapa conceptual puede ser en este sentido una estrategia de control capaz de poner de relieve cómo los distintos conocimientos están organizados en la estructura cognitiva del alumno. En este sentido los mapas conceptuales se han aplicado a la evaluación de alumnos de pregrado en disciplinas concretas y al estudio comparado de la capacidad de aprendizaje significativo por parte de alumnos de diferentes licenciaturas y diplomaturas. Estos estudios son de interés porque en el primer caso permitan evaluar el progreso en la capacidad de relacionar conceptos por parte de los alumnos que han seguido un mismo proceso de instrucción. Un resultado excelente basado en la memorización a través de un aprendizaje mecánico no necesariamente coincide con el progreso en la capacidad de relacionar los conceptos memorizados y, por tanto, en la capacidad de aplicarlos³⁴. Los estudios entre diplomaturas y licenciaturas nos permiten llevar a cabo la evaluación diagnóstica comparada, en su capacidad de correlación interconceptual, de alumnos que van a recibir enseñanza y a realizar su aprendizaje en el seno de un mismo departamento universitario³⁵.

La evaluación con mapas conceptuales se ha utilizado también en programas de formación de residentes con el objeto de medir su diferente capacidad cognitiva en relación con el aprendizaje West¹⁷.

2) Aplicación individual de los mapas conceptuales

La elaboración de mapas conceptuales por parte de profesores y alumnos tiene implicaciones personales para ambos que van mas allá del mero aprendizaje significativo. A través de los mapas que elabora el docente este tiene la posibilidad de eliminar todo el conocimiento que considere trivial respecto del núcleo que considere fundamental en la disciplina que imparte. Asimismo el profesor, utilizando como instrumento un mapa conceptual, puede hacer énfasis en las materias, temas o conocimientos que considere más imprescindibles así como en las distintas vías de conexión de su disciplina con el resto de las materias del currículum. Especial énfasis puede prestar en este sentido a la relación entre su materia y las materias fronterizas. El profesor, por

tanto, en palabras de Martin³⁶ puede diseñar por medio de mapas conceptuales unidades de estudio que sean pedagógicamente relevantes, significativas e interesantes para los alumnos. Los mapas conceptuales pueden ayudar además al profesor, en palabras de Allen²⁷ a explicar porqué un particular concepto merece la pena conocerse y cómo se relaciona a efectos teóricos y prácticos con otros conceptos de la misma o de distinta disciplina. En suma el profesor, lejos de la rutina, puede utilizar, la elaboración de un mapa conceptual como una estrategia de instrucción, y en su caso de evaluación, al servicio del aprendizaje significativo y hacerlo, además, de forma personalizada aportando toda su creatividad y toda su experiencia.

Resulta evidente la diversidad de aproximaciones que pueden darse ante un problema clínico y la capacidad de integración que puede incorporar un mapa conceptual elaborado por distintos profesores en el curso de un, taller, seminario o de una sesión anatomoclínica.

Al igual que los profesores los alumnos pueden beneficiarse también desarrollando mapas conceptuales en el curso de su formación básica y de su formación clínica o, lo que es más importante, en el curso de su progresivo proceso de integración a lo largo del curriculum. No olvidemos que el objetivo final de la integración es que el alumno integre, esto es, que sea capaz de incorporar de manera global un conocimiento constituido por un conjunto de conceptos distintos y dispersos.

El proceso de elaboración de un mapa conceptual es sumamente formativo para el alumno o los alumnos que lo construyen. Una de las ventajas de trabajar en el desarrollo de un mapa conceptual es, precisamente, que puede construirse por grupos de alumnos lo que fomenta, a la vez que la participación individual, el trabajo cooperativo en equipo. Este hecho, este complemento formativo, es importante pues, como es sabido, los profesionales de ciencias de la salud trabajan, básicamente, de forma conjunta³⁸. La elaboración de un mapa por parte de los alumnos ha de comenzar siempre clasificando los conceptos según los niveles de abstracción e inclusividad. Ello sirve para definir las relaciones de supraordenación, coordinación y subordenación existentes entre los distintos conceptos. Cuando se trata de un problema el estudiante debe extraer, en primer lugar, los conceptos que estén presentes en el enunciado del mismo. La segunda fase, en ambos casos, consiste en seleccionar el concepto nuclear del tema a elaborar o del problema planteado y organi-

zar jerárquica y secuencialmente, respecto del concepto nuclear, el conjunto de los conceptos presentes. La elaboración del mapa y la resolución del problema facilita al estudiante, no sólo la adquisición de un aprendizaje significativo concreto, como ya ha quedado dicho con anterioridad, sino el nacimiento y desarrollo de un componente afectivo motivador de primera magnitud. Nada hay tan motivador para estimular el aprendizaje significativo como el logro y el éxito demostrado en la adquisición del propio aprendizaje significativo. El protagonismo personal del alumno en el proceso de elaboración de mapas conceptuales está en sintonía además con las nuevas orientaciones derivadas del proceso de Bolonia según el cual el aprendizaje centrado en el estudiante es un objetivo prioritario y según el cual el trabajo personal del alumno constituye el factor clave y nuclear de su proceso formativo. La elaboración de mapas presenta además una ventaja añadida y es la existencia de un documento, el mapa conceptual, que puede jugar un importante papel en el proceso de evaluación común al que aspiran las instituciones educativas europeas³⁹.

LOS MAPAS CONCEPTUALES Y LA HISTOLOGÍA

La histología constituye uno de los ejes cognitivos fundamentales de la formación básica en las licenciaturas y diplomaturas de ciencias de la salud. Ello se debe a la posición de encrucijada que la histología posee entre las distintas disciplinas que nos permiten configurar la organización estructural y funcional del cuerpo humano. La histología se ocupa, en este sentido, del conocimiento de los distintos niveles de organización que se intercalan entre el nivel atómico-molecular, vinculado a la bioquímica y la fisiología, y el nivel morfológico-macroscópico vinculado a la Anatomía. Además de ello la histología se ocupa también del conocimiento de las variaciones ortotípicas –euplásticas– que existen en dichos niveles de organización en estado de salud y en los estados proplásico y retroplásicos vinculados respectivamente a la recuperación o a la pérdida de dicho estado de salud⁴⁰⁻⁴¹.

A nuestro juicio la histología en el ámbito de las ciencias de la salud reúne especiales características para que puedan aplicarse a ella los mapas conceptuales. El aprendizaje significativo de la histología exige en primer lugar un extraordinario desarrollo de la capacidad de inclusividad, concretamente de las estructuras microscópicas en relación con las microscópicas y de las atómicas y moleculares en relación

con las celulares y tisulares. Los mapas jerarquizados, al desplegar las distintas estructuras de una forma conjunta, visual y ordenada en niveles, facilitan a los alumnos la adquisición progresiva de esta capacidad y les ayuda a configurar una estructura cognitiva útil para su posterior aprendizaje en el ámbito de la clínica o de cualquier otra rama más especializada de las ciencias de la salud. Los mapas conceptuales en araña son asimismo sumamente útiles para hacer converger en un núcleo estructural o funcional común, células y tejidos de muy diferente origen, estructura y función. La utilización de estos mapas en araña constituyen un recurso excelente para el aprendizaje, de los conceptos de aparato y de sistema y para incardinar en ellos la agrupación inclusiva de las distintas estructuras histológicas.

El aprendizaje significativo de los mecanismos de renovación, regeneración, reparación y degeneración vinculados a los procesos proplásicos y retroplásicos, existentes en las estructuras tisulares, constituye un verdadero reto para el alumno previamente instruido en la estabilidad estructural. Por un lado, en efecto, pretendemos que el alumno, utilizando entre otros instrumentos mapas conceptuales jerarquizados y en araña, aprenda, y por tanto incorpore a su estructura cognitiva, un conjunto de relaciones estables entre las estructuras histológicas. Ahora, en una segunda fase lo que pretendemos es que aprenda a dinamizar esas estructuras asimilando que, sobre un esqueleto estructural estable, existe un continuo cambio en los elementos, en la actividad funcional de los mismos y en la cronología y temporalidad de su existencia. Es evidente que el tránsito entre una concepción y otra no resulta fácil y es por ello, entre otras razones, por lo que la histología aparece ante los ojos de los estudiantes más como una ciencia estática que dinámica.

Un instrumento que puede ser eficaz en potenciar el aprendizaje significativo del dinamismo tisular son los mapas en diagrama de flujo y sistémicos que tienden a considerar entradas y salidas al sistema y que ofrecen la posibilidad de establecer estructuras anulares o cíclicas en la interrelación de conceptos.

Las posibilidades que los mapas abren para interconectar la histología con otras disciplinas fronterizas son extraordinarias. A modo de ejemplo citaremos la fisiología y fisiopatología y la Anatomía patológica. A nuestro juicio la elaboración de mapas conceptuales interdisciplinarios facilitaría enormemente la transición entre las ciencias básicas y las ciencias clínicas o tecnológicas existentes en las distintas licenciaturas de ciencias de la salud.

Un capítulo que no debe desdeñarse en la posible utilización de mapas conceptuales en histología y otras disciplinas de ciencias de la salud es el carácter abierto que los mismos poseen y, por tanto, la capacidad de operar con ellos en el desarrollo de la propia disciplina. Esto es importante en relación con los cambios de paradigma de una disciplina, como al que estamos asistiendo en este momento en el ámbito de la histología. La aparición de la ingeniería tisular ha supuesto, en efecto, un cambio de paradigma que ha hecho que la histología deje de ser una ciencia que sólo busca conocer cómo son los tejidos, para pasar a ser hoy una ciencia que busca, además, cómo pueden y deben construirse para su uso instrumental y terapéutico⁴¹. Tratar de incardinar este nuevo paradigma en nuestros alumnos resulta una tarea compleja dado que incluso los textos docentes más avanzados carecen de esta perspectiva. A nuestro juicio, de nuevo los mapas conceptuales, posiblemente los mapas en araña, pueden ayudar a integrar constructivamente conceptos muy dispersos, procedentes de la biología del desarrollo, la ciencia de los materiales, la histología clásica, la cirugía y la inmunología –áreas esenciales en el desarrollo de la Ingeniería tisular-, como ningún otro instrumento seguramente puede hacer.

Si vamos a ser capaces o no de incorporar estos instrumentos en todas o en algunas de sus posibilidades y, lo que es más importante, si su aplicación van a cambiar la capacidad de aprendizaje y acción de los futuros graduados en ciencias de la salud, es algo que habrá que evaluar transcurrido algún plazo. En cualquier caso explorar sus posibilidades y extraer las consecuencias, en el ámbito de nuestra responsabilidad docente, es el continuo reto al que debemos enfrentarnos los profesionales vinculados al mundo educativo y sanitario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ortega y Gasset J. Misión de la universidad. Madrid: El Arquero, 1976.
2. Kern DE, Thomas PA, Howard DM, Bass EB. Curriculum development for medical education. A six-step approach. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1998
3. Campos A. The role of the medical school in continuing medical education. AMSE Newsletter 2000; 23: 8-9.
4. Pales J, Gual A. Recursos educativos en Ciencias de la Salud. Educación Médica 2004; 7(1): 4-9.
5. Novak JD. A theory of education. New York: Cornell University Press, 1977.
6. Novak JD, Gowin DB. Learning how to learn. New York and Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1984.

7. Eden C, Jones S, Sims D. Thinking in organization. London: Macmillan, 1979.
8. Lambiotte JG, Dansereau DF, Cross DR, Reynolds SB. Multirelational semantic maps. *Educational Psychology Review* 1989; 1(4): 331-367.
9. Graesser AC, Clark LF. Structures and procedures of implicit knowledge. New Jersey: Ablex, 1985.
10. Banathy BH. Cognitive mapping of educational systems for future generations. *World Futures* 1991; 30(1): 5-17.
11. Thadgard P. Conceptual Revolutions. Princeton, New Jersey: Princeton University press, 1992.
12. Park, S. Implication of learning strategy research for designing computer-assisted instruction. *Journal of Research on Computing in Education* 1995; 25: 435-456.
13. Edmondson KM, Smith DF. Concept mapping to facilitate veterinary students' understanding of fluid and electrolyte disorders. *Teaching & Learning in Medicine* 1998; 10(1): 21-33.
14. Van Neste KJ, Cragg C, Foulds B. Using concept maps and visual representations for collaborative curriculum development. *Nurse Educator* 1998; 23(6): 21-25.
15. McGaghie W, McCrimmon D, Mitchell G, Thompson J, Ravitch M. Quantitative concept mapping in pulmonary physiology: Comparison of student and faculty knowledge structures. *Advances in Physiology Education* 2000; 23(1): 72-81.
16. Weiss L, Levison S. Tools for integrating women's health into medical education: Clinical cases and concept mapping. *Academic Medicine* 2000; 75(11):1081-1086.
17. West D, Pomeroy J, Park J, Gerstenberger E, Sandoval J. Critical thinking in graduate medical education: A role for concept mapping assessment?. *Jama* 2000; 284(9): 1105-1110.
18. Kristi JF. Concept maps: an educational method to help students integrate material. *The Pharmacologist* 2000; 42: 134-135.
19. Brüchner K, Schriz S. Using concept maps for individual knowledge externalization in medical education. En: *Concept maps: theory, methodology technology. Proc of the first International Conference on concept mapping*. Pamplona: Cañas AJ, Novak JD, Gonzalez FM (eds), 2004.
20. Fonseca AP, Extremina CL, Fonseca F. Concept mapping: a strategy for meaningful learning in medical microbiology. En: *Concept maps: theory, methodology technology. Proc of the first International Conference on concept mapping*. Pamplona: Cañas AJ, Novak JD, Gonzalez FM (eds), 2004.
21. Ontoria PA. Mapas conceptuales: una técnica para aprender. Madrid: Narcea, 1994.
22. Novak JD. Clarify with concept maps. *Sci Teacher* 1991; 58: 45-49.
23. Díaz Barriga F, Fernández G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México: McGraw Hill, 1977.
24. Buzan T. The mindmap book. London: BBC Books, 1995.
25. Ausubel DP. The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune and Stratton, 1963.
26. Ausubel DP. Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
27. Ausubel DP, Novak JD, Hanesian H. Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1986.
28. Anderson OR. Some interrelationships between constructivist models of learning and curret neurobiological theory, with implications for science education. *J Res Sci Teach* 1992; 29: 1037-1058.
29. Novak JD. Concept maps and Vee diagrams: two metacognitive tools for science and mathematics education. *Instructional Science* 1990; 19: 29-52.
30. Novak JD, Musonda D. A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *Am Education Res J* 1991; 28:117-153.
31. Fosnot CT. Constructivism: A psychological theory of learning. In C. T. Fosnot (Ed.), *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. New York: Teachers College Press, 1996.
32. Hendry GD, King RC. On theory of learning and knowledge: Educational implications of advances in neuroscience. *Science Education* 1994; 78(3): 223-253.
33. Campos A. On diplomacy and medical education. *The Lancet* 1999; 353: 2251-2252.
34. Sánchez-Quevedo MC, Cubero MA, Alaminos M, Campos A. El mapa conceptual como instrumento de evaluacion del aprendizaje significativo en histología y embriología bucodental. *Actas del XVII Congreso de Educación Médica 2005*
35. Cubero MA, Sánchez-Quevedo MC, Alaminos A, Campos A. El mapa conceptual como elemento de evaluación diagnóstica en el área de histología. Estudio comparado entre medicina y odontología. *Actas del XVII Congreso de Educación Médica 2005*.
36. Martin DJ. (1994). Concept Mapping as an aid to lesson planning: A longitudinal study. *Journal of Elementary Science Education* 1994; 6(2): 11-30.
37. Allen BS, Hoffman RP, Kompella J, Sticht TG. Computer-based mapping for curriculum development. In: *Proceedings of selected Research and Development Presentations Technology sponsored by the Research and Theory Division*. New Orleans: LA. Eric Document Reproduction Services No. ED 362 145, 1993.
38. Johnson D, Maruyama G, Johnson R, Nelson D, Skon L. The effects of cooperative, competitive and individualistic goal structure on achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin* 1981; 89: 47-62.
39. Declaración de Glasgow. European University Association. 2005-09-06
40. Campos A. Objetivos conceptuales y metológicos de la investigación histológica. *Ed Med* 2004; 7(1): 36-40.
41. Campos, A. Cuerpo, Histología y Medicina. De la descripción microscópica a la Ingeniería tisular. Discurso de Ingreso en la Real Academia Nacional de Medicina. Madrid. 2004