

INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS

LOS MAPAS CONCEPTUALES COMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.
ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA EN EL ÁREA DE CIENCIAS

ROSARIO FERNÁNDEZ MANZANAL (*)
LUIS M.^a RODRÍGUEZ BARREIRO (*)

INTRODUCCIÓN

El mapa conceptual es una herramienta que permite representar la estructura de conceptos y proposiciones de una disciplina, o de una parte de ella, en dos dimensiones. Su elaboración suele desarrollarse, en gran parte, a través de tres fases. En primer lugar, se identifican los principales conceptos y principios de la materia en cuestión. En segundo término, se ordenan éstos de lo general a lo específico, es decir, se sitúan en la parte superior los conceptos de mayor poder explicativo y, a partir de ahí, se van introduciendo otros cuya potencia sea cada vez menor; se obtiene, así, la dimensión vertical del mapa. Por último, se establecen líneas que reflejan las relaciones de mayor relevancia y que unen los diferentes conceptos entre sí; aparece, de este modo, la dimensión horizontal (Stewart, Van Kirk y Powell, 1979).

Como técnica de investigación en el ámbito de la didáctica de las ciencias, los mapas conceptuales —al menos los de la clase que aquí se consideran— cuentan ya con veinte años de existencia (Markham, Mintzes y Jones, 1994). Tuvieron su origen en el trabajo de investigación desarrollado por Novak y sus colaboradores en la Universidad de Cornell. Se trataba (Novak, 1990) de un estudio longitudinal —que abarcaba un período de doce años— cuyo objetivo era observar cómo cambiaban, a lo largo del tiempo, los significados que los estudiantes daban a los conceptos científicos. En un diseño clásico de dos grupos, los componentes del grupo experimental —de 6 a 8 años de edad— recibieron, en un principio, un tratamiento consistente en lecciones audio-tutoriales de ciencias. Dicho material estaba basado en la teoría de la asimilación del aprendizaje cognitivo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983). Como se sabe, una de las ideas clave de esta teoría reside en que cuando una alumna o alumno aprende una nueva idea, ésta se adquiere a través de su asimilación dentro de la estructura conceptual y pro-

(*) CEP «Juan de Lanuza» y CEP n.º 1 de Zaragoza.

posicional ya existente en su mente. Además, dicha estructura se supone que está jerárquicamente organizada, de manera que la mayor parte del nuevo aprendizaje se produce a través de la inclusión derivativa o correlativa.

Novak y su grupo, con el fin de organizar el preocupante caudal de información que su trabajo generaba, desarrollaron la idea de la representación jerárquica de los esquemas conceptuales/proposicionales. Surgía, de esta forma, un nuevo instrumento: el mapa conceptual. Esta herramienta evolucionó progresivamente hasta convertirse en un modo de representar tanto los significados sostenidos por los estudiantes, antes y después de la instrucción, como los cambios que tienen lugar en su estructura cognitiva con el paso del tiempo.

En cuanto al aprendizaje de las ciencias, los mapas conceptuales se han mostrado eficaces como instrumento orientado a centrar la atención en el descubrimiento de significados (Cliburn, 1990; Stewart, Van Kirk y Rowell, 1979; Wallace y Mintzes, 1990). Pero la flexibilidad de los mapas conceptuales (Stewart y otros, 1979) permite que éstos se puedan usar para distintos fines, según la situación.

En la actualidad, y como se pone de manifiesto en el número especial, 27 (10), del *Journal of Research in Science Teaching*, dedicado a los mapas, su utilidad se centra en cuatro grandes dominios: el diseño curricular, la formación de profesores (Mason, 1992), la potenciación del aprendizaje cognitivo y afectivo, y la evaluación (Stuart, 1985).

El trabajo que presentamos se incluye en este último apartado, ya que, como señalan Novak y Gowin (1988), «tal vez la contribución más significativa de los mapas conceptuales al progreso de la educación resida en la mejora básica de las técnicas de evaluación».

CONTEXTO DEL TRABAJO

Estos apuntes forman parte de una investigación más amplia encaminada a determinar la influencia del trabajo de campo en la adquisición significativa de una serie de conceptos y principios de ecología. La muestra estaba formada por 67 estudiantes de primero de BUP. Se utilizó un diseño de dos grupos, uno experimental y otro de control, con pretest y postest (Lehman, 1991), que puede esquematizarse del siguiente modo:

$$\begin{array}{ccc} O_1 & X & O_2 \\ O_3 & & O_4 \end{array}$$

Los grupos eran naturales y el pretest había mostrado su equivalencia en cuanto al conocimiento de los conceptos implicados. El tratamiento (X), esto es, las salidas para la realización de un trabajo de campo, fue asignado de forma

aleatoria a uno de ellos. El resto de las actividades de la unidad didáctica correspondiente, dedicada al estudio de los aspectos básicos de la ecología y elaborada como un programa-guía, fue realizado del mismo modo por todos los estudiantes. Una de las sesiones de clase, al final del programa, se dedicó a la elaboración de un mapa conceptual con los contenidos del tema. Esta técnica era conocida por los alumnos de la muestra, puesto que ya se había empleado en otras ocasiones a lo largo del curso.

En el postest se incluían varias preguntas, entre ellas la elaboración de un mapa conceptual cuyo enunciado se presentó como sigue:

Elabora un mapa conceptual con los siguientes elementos:

- | | | |
|---------------------|------------------------|--------------------|
| - <i>ecosistema</i> | - <i>biótico</i> | - <i>abiótico</i> |
| - <i>luz</i> | - <i>heterótrofo</i> | - <i>productor</i> |
| - <i>bacteria</i> | - <i>descomponedor</i> | - <i>anélido</i> |

Si te parece necesario, puedes añadir algún otro componente.

Como es lógico, las características de los mapas conceptuales elaborados por los y las estudiantes habrían de estar, en gran medida, determinadas por el tipo de conceptos seleccionados. La asimilación de los mismos tendría que verse reflejada tanto en la organización de los componentes como en la clase de interconexiones y enlaces establecidas.

No se incluyeron algunos conceptos básicos de ecología, como las redes tróficas, por ejemplo, ya que figuraban en otras cuestiones planteadas simultáneamente a ésta. Sin embargo, la idea de interacciones tróficas, y otras no contempladas en la cuestión, podría surgir a través de las relaciones establecidas entre los conceptos mencionados.

PROBLEMA PLANTEADO

El problema planteado en esta investigación, que gira en torno al valor de los mapas conceptuales como instrumento de evaluación, se analizó —en la línea de un trabajo previo de Stuart (1985) sobre mapas *de novo*— en tres cuestiones:

- 1) ¿Poseen los mapas conceptuales —valorados mediante un esquema de puntuación cuantitativo— la sensibilidad suficiente para apreciar las diferencias en la reorganización conceptual llevada a cabo por los estudiantes, una vez desarrollado un período determinado de enseñanza/aprendizaje?

- 2) ¿Son independientes los distintos componentes de dicho esquema de evaluación?
- 3) ¿Es el mapa conceptual un instrumento que puede permitir al profesor predecir el rendimiento de sus alumnos en un campo de conocimiento dado?

Antes de proceder a la presentación del esquema y de los resultados obtenidos, debe quedar claro que para algunos autores no es necesario una valoración como la que aquí se investiga. En su opinión, los mapas conceptuales pueden parecerse a un cuadro (gusta o no gusta). Así se comprende que en determinadas circunstancias sea suficiente un juicio cualitativo. De hecho, si se buscan cambios globales en la estructura de los mapas, dar una puntuación puede ser, en muchos sentidos, irrelevante.

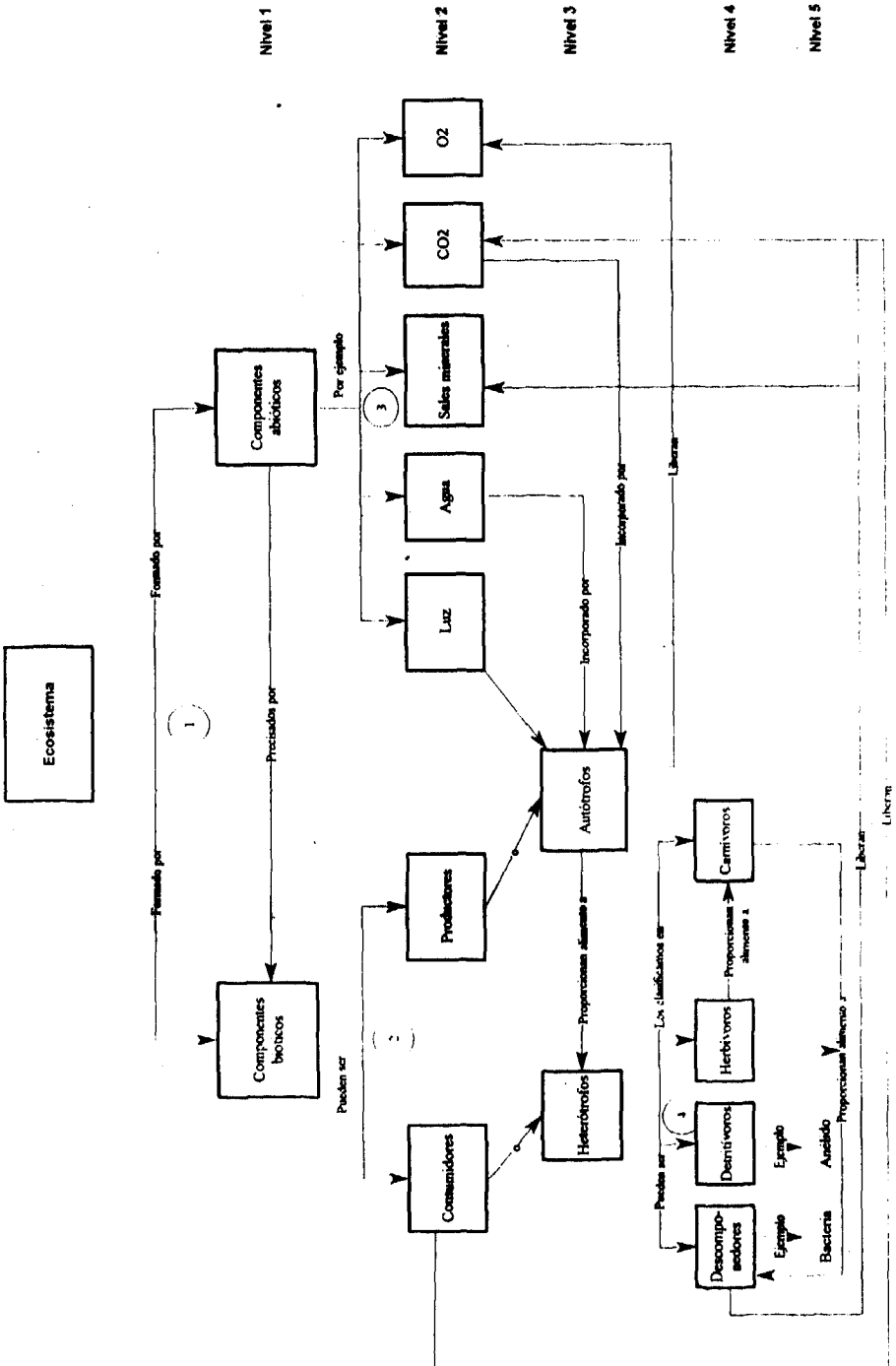
La particular idiosincrasia de los mapas hace que no haya un método de evaluación de los mismos universalmente establecido. No obstante, la mayoría de las formas de evaluación que se han propuesto deriva de la establecida por Novak y Gowin (1988), modificada por los distintos investigadores en función de su uso. Como señala Novak, «cualquier clave de puntuación de los mapas conceptuales conlleva cierto grado de subjetividad inherente, como de hecho sucede con todos los instrumentos de evaluación».

El esquema propuesto por Novak establece diferentes medidas cuantitativas sobre distintos aspectos del mapa conceptual. La base fundamental del esquema de puntuación es la teoría cognitiva del aprendizaje de Ausubel y, muy especialmente, tres de sus ideas: 1) el aprendizaje significativo se produce más fácilmente cuando los nuevos significados conceptuales se engloban bajo otros conceptos más amplios o inclusivos; 2) los conceptos en la estructura cognitiva sufren una diferenciación progresiva que hace que se puedan reconocer más vínculos proposicionales con otros conceptos; 3) cuando dos o más conceptos se relacionan en términos de nuevos –y cruzados– significados proposicionales tiene lugar una reconciliación integradora.

ESQUEMA DE VALORACIÓN DE LOS MAPAS CONCEPTUALES

La traducción de las medidas propuestas por Novak varía según los autores. En esta investigación se ha recurrido a un procedimiento de valoración semejante, en algunos aspectos, al empleado por Stuart (1985) y, en otros, al utilizado por Wallace y Mintzes (1990). Hay que tener en cuenta que el valor efectivo que se aplica a cada uno de los componentes de la clave de puntuación es arbitrario.

Las categorías que se puntúan separadamente son seis: el número de ramificaciones, la distribución de los conceptos (de lo general a lo específico), la terminología empleada (o el número de conceptos del tema), las relaciones entre conceptos, el número de jerarquías establecidas y, por último, el número de



unidades completas constituidas por conceptos relacionados. Para una mejor comprensión del modo como se aplica este esquema, la descripción de los componentes anteriores se acompaña con la valoración del mapa recogido en el cuadro adjunto.

Primera categoría: ramificaciones

En la elaboración de mapas conceptuales se recomienda una distribución jerárquica de los conceptos, de manera que el concepto más general o incluso se sitúe en la parte más alta, o bien en una posición central. En cualquiera de los casos, del concepto más general derivan ramificaciones que se extienden gráficamente hacia abajo, si el concepto más inclusivo está en la cima, o irradian en todas las direcciones, si el concepto está en el centro de la figura. Tales derivaciones expresan la distribución jerárquica de las nociones, de las más generales a las más específicas. Pues bien, la primera medida cuantitativa se refiere al número de ramificaciones establecidas, tanto si derivan del concepto fundamental como si se van dibujando sucesivamente a partir de otros conceptos nodales. Al igual que en los modelos de los autores citados, se ha valorado con un punto cada una de las ramificaciones correctas del mapa.

En el cuadro se pueden reconocer las distintas ramificaciones, que se presentan numeradas a partir del concepto más global, el de ecosistema. La puntuación que debe consignarse en este apartado es de 4.

Segunda categoría: distribución de conceptos; de lo general a lo específico

Según Stuart (1985), si un concepto cualquiera es más general que los derivados de las ramificaciones que parten de él entonces existe, en mayor o menor grado, una pauta para establecer la diferenciación de conceptos. La medida de dicha diferenciación vendrá dada por el número de nociones que muestren la representación ya señalada, de lo general a lo específico. La puntuación se ha establecido de acuerdo con el siguiente baremo:

Si el número de conceptos que va de lo general a lo específico está comprendido entre el 0 y el 10 por 100, 0 puntos; entre 11-29 por 100, 1 punto; 30-49 por 100, 2 puntos; 50-69 por 100, 3 puntos; 70-89 por 100, 4 puntos; 90-100 por 100, 5 puntos.

Para establecer el número de conceptos sobre el que llevar a cabo el cómputo, se hizo necesario conocer primero el número de nociones incluidas en los mapas conceptuales. En concreto, la mayoría de los alumnos añade algún concepto a los nueve propuestos en la cuestión; el número medio de inclusiones en ambos grupos es de dos. Dado que los conceptos implicados pueden ser 11 o más de 11, la puntuación derivada del baremo anterior quedó del modo siguiente:

Si hay 2 conceptos que van de lo general a lo específico, 0 puntos; de 2 a 4 conceptos, 1 punto; de 4 a 6 conceptos, 2 puntos; de 6 a 8, 3 puntos; de 8 a 10, 4 puntos; de 10 a 11 o más de 11 conceptos, 5 puntos.

En resumen, para obtener la puntuación en esta categoría es preciso analizar qué conceptos del mapa presentan una adecuada ordenación de lo general a lo específico. En el ejemplo que se presenta, todos los conceptos implicados, incluido el más general, muestran esta gradación, por lo cual, la puntuación que corresponde es de 5.

Tercera categoría: notación científica empleada

En esta categoría, el número de términos usados se puntúa atendiendo a una valoración de porcentajes igual a la utilizada anteriormente. El número de términos técnicos correctamente introducidos es un indicador del grado de comprensión del tema. En este trabajo, como se ha señalado, algunos de los términos se daban en el enunciado de la cuestión. Por ello, se ha optado por emplear una valoración distinta a la analizada por Stuart. Al igual que en el análisis de mapas conceptuales expuesto por Wallace y Mintzes (1990), se decidió otorgar un punto a cada uno de los conceptos introducidos correctamente. Sólo se valoran los conceptos añadidos por cada alumno para completar o llenar de significado las derivaciones que consideraron necesarias.

Así, pues, el mapa del cuadro se valoraría en este apartado con un 9.

Cuarta categoría: relaciones entre conceptos

El mapa conceptual permite a la profesora o al profesor descubrir proposiciones que conciernen al área conceptual que es investigada, siempre y cuando se asuma que un importante rasgo de la estructura cognitiva es el proposicional. Aceptada dicha idea, las relaciones entre conceptos se manifestarán por las conexiones proposicionales que enlacen unos conceptos con otros y dejarán ver, a través de las cortas frases de conexión, la relación que mantienen las nociones asociadas.

Estas conexiones valen tanto para los conceptos subordinados, o sea, para aquellos que por su posición en el mapa manifiestan su dependencia de otros más inclusivos, como para las relaciones que expresan la interconexión entre dos conceptos del mismo rango.

El hecho de registrar las relaciones, cualquiera que sea la dirección en que se expresen, no implica que todas ellas sean válidas. Los significados se ponen de manifiesto a través de las relaciones que se escriben en los mapas conceptuales. Por tanto, si la proposición que une los conceptos no es «correcta», o el sentido de la relación es «erróneo», no se anota ningún punto en dicha relación. Tanto

Stuart como Wallace y Mintzes recomiendan que se asigne un punto a cada una de las proposiciones válidas.

Las relaciones establecidas a partir de los conceptos propuestos, o derivadas de nuevas inclusiones, se asemejan a expresiones del tipo siguiente:

- 1) Un ecosistema es un sistema natural constituido por componentes bióticos y componentes abióticos.
- 2) Un componente abiótico del ecosistema es el agua.
- 3) Un componente abiótico del ecosistema es la luz.
- 4) Un componente abiótico del ecosistema es la temperatura.
- 5) Un componente abiótico del ecosistema son las sales minerales.
- 6) Los gases, como el CO_2 y el O_2 , son componentes abióticos.
- 7) Entre los componentes bióticos del ecosistema están los productores.
- 8) El ecosistema tiene también como componentes bióticos a los consumidores.
- 9) Otros componentes bióticos del ecosistema son los descomponedores.
- 10) Los productores convierten la energía de la luz del sol en energía química. Son fotosintetizadores.
- 11) Los productores proporcionan energía a los consumidores.
- 12) Los consumidores que obtienen alimentos de los productores son herbívoros.
- 13) Los consumidores que obtienen alimentos de los herbívoros son carnívoros.
- 14) Las relaciones alimentarias se representan mediante redes alimentarias.
- 15) Los descomponedores contribuyen al reciclaje de los elementos minerales.
- 16) Los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema están interrelacionados.

En el mapa conceptual que se está analizando aparecen en términos semejantes las relaciones comentadas. La puntuación registrada en este apartado es de 17.

Quinta categoría: número de jerarquías

La jerarquía depende del número de niveles incluidos en el mapa conceptual. La estructura jerárquica del mapa se expresa en cada uno de los conceptos subordinados (nivel) más específicos y menos generales que los conceptos que hay dibujados sobre ellos. Cuando los mapas conceptuales no son simétricos (como el ejemplo que se presenta en el cuadro) resulta problemático puntuar los niveles de jerarquía. Novak (1988) aconseja que se cuente el número de jerarquías válidas en el segmento más ramificado del mapa, teniendo en cuenta que no deben contabilizarse como niveles de la jerarquía las palabras que están simplemente encadenadas sin claras relaciones conceptuales de subordinación.

Siguiendo la notación de Stuart, se valora con un punto cada nivel expresado mediante una relación correcta. Si el mapa continúa linealmente, con varios niveles adecuadamente relacionados, solamente se contabilizan los dos niveles siguientes a la última ramificación bien establecida.

En el mapa del cuadro aparecen cinco niveles de conceptos con relaciones entre los distintos niveles. La puntuación total en este apartado sería, pues, de 5.

Sexta categoría: unidades cerradas constituidas por conceptos relacionados

El conjunto de conceptos entrelazados que constituyen una unidad completa indica el grado de integración de los mismos. Además, muestra las relaciones entre los conceptos de una rama del mapa con la otra. Los conjuntos de conceptos entrelazados establecen la existencia de aprendizaje significativo, ya que expresan la reconciliación integradora entre conceptos y proposiciones relacionados.

Novak (1988) atribuye una gran importancia a esta última idea y, en consecuencia, recomienda que se anoten 10 puntos por cada conexión cruzada válida y significativa. Incluso señala que las conexiones cruzadas creativas o singulares pueden ser objeto de un reconocimiento especial o recibir una puntuación adicional. El mismo criterio aplican Wallace y Mintzes en el trabajo citado.

Nosotros consideramos dicha valoración de particular interés en el caso del empleo de mapas conceptuales como estrategias de metaaprendizaje y más si los estudiantes conocen y participan en la puntuación asignada. En esta indagación, sin embargo —y con el fin de evitar grandes diferencias en las puntuaciones totales de los alumnos— se ha anotado únicamente un punto por cada una de las unidades completas, constituidas por conceptos y proposiciones válidas. Como consecuencia de ello, en nuestro ejemplo el número de unidades cerradas y la puntuación, es de 11.

Puntuación total

Finalmente, la puntuación total del mapa, para cada alumno y alumna, se obtiene sumando las cantidades parciales obtenidas en las seis categorías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para responder a la *primera de las preguntas* que guían la presente investigación, algunos investigadores han recurrido al análisis de varianza, lo que permite determinar la significación estadística de las diferencias entre los grupos en las puntuaciones de los mapas. En este caso, sin embargo, se ha preferido emplear una técnica no paramétrica. Esto nos evita hacer asunciones acerca del cumplimiento de los supuestos del modelo paramétrico, en particular, los que se refieren a la normalidad de la población y al nivel de medida (Siegel, 1990). Así pues, se ha optado por la prueba U de Mann-Whitney, que es la más potente para el caso de dos grupos independientes. El nivel de medida que requiere es el ordinal fino, aspecto que el esquema de puntuación propuesto cumple sobradamente.

Este cálculo —y los que se citan más adelante— se ha realizado por medio del programa *Nonparametric Test*, del paquete estadístico NCSS, de J. L. Hintze. La tabla adjunta resume los valores empíricos de z proporcionados por el mismo. Se puede reconocer que en el nivel de significación 0,05, tres de los componentes del esquema: «relaciones entre conceptos», «su distribución; de lo general a lo específico», «número de jerarquías», además de la puntuación total, muestran diferencias significativas entre ambos grupos.

Parece claro, por tanto, que los mapas conceptuales permiten revelar algunos de los cambios en la forma en que los estudiantes organizan el conocimiento o, de otro modo, algunos aspectos de las diferencias del aprendizaje logrado por éstos.

Los mapas, pues, pueden proporcionar una valiosa información sobre los cambios cognitivos alcanzados por los estudiantes al cabo de un determinado período de enseñanza y aprendizaje que complementa, a la vez que precisa, la obtenida con otro tipo de preguntas, ya sean abiertas o cerradas, debidamente contrastadas. En el caso que nos ocupa, la evaluación de otras cuestiones encaminadas a determinar el conocimiento de principios de ecología mostraba diferencias significativas entre los grupos de la muestra en conceptos como los derivados de las relaciones tróficas, la relación entre componente bióticos y abióticos, el significado del ciclo de los elementos y la comprensión del significado de ecosistema. Ha de reconocerse, pues, que —como señalan Markham, Mintzes y Jones (1994)— «si los mapas proporcionan una descripción bastante exacta del modo en que se estructura el conocimiento, se puede esperar mapas diferentes según los conceptos y relaciones empleadas».

TABLA 1

Resultados de la aplicación del estadístico U de Mann-Whitney a cada una de las categorías y a la puntuación total

Categoría	Valor de z	Probabilidad
Ramificaciones	1.3733	0.1697
Distribución	2.1947	0.0282*
Terminología	1.1351	0.2564
Relaciones	2.0003	0.0455*
N.º jerarquías	3.0601	0.0022*
Unidades cerradas	1.4611	0.1440
Puntuación total	2.1634	0.0305*

Se muestra con asterisco * la probabilidad que presenta diferencias significativas.

Para contestar a la *segunda cuestión*, se ha procedido a determinar los coeficientes de correlación entre las puntuaciones de las distintas categorías. Los resultados obtenidos difieren, en parte, de los aportados por Stuart (1985) —recuérdese que el trabajo de este autor se realizó sobre mapas *de novo*—. Aunque se confirma la estrecha correlación entre «número de jerarquías» y «relaciones entre conceptos» (de 0,4355 a 0,7716, según el grupo), también aparecen correlaciones significativas entre otras parejas: «distribución de conceptos; de lo general a lo específico»/«unidades cerradas», «relaciones entre conceptos»/«unidades cerradas» y «número de jerarquías»/«unidades cerradas».

No parece, por consiguiente, que los componentes del esquema de evaluación sean realmente independientes —en otras palabras: cada categoría *no mide algo* distinto—. Aunque este hecho pudiera atribuirse, al menos en parte, al tipo de mapas que se ha utilizado, su constatación ofrece dudas sobre la necesidad de puntuar todas y cada una de las categorías analizadas.

Por lo que a la *tercera cuestión* se refiere, dos han sido los procedimientos utilizados en el intento de esbozar una respuesta. De una parte, se han calculado, para los dos grupos de estudiantes, las correlaciones entre las puntuaciones obtenidas en cada categoría del esquema y la nota lograda en un examen tipo realizado al final de la unidad didáctica. Los resultados —que, como ya le sucediera a Stuart, presentan cierta inconsistencia de un grupo a otro— ponen de relieve que sólo los componentes «relaciones entre conceptos», $\alpha = 0,01$, y «unidades cerradas», $\alpha = 0,05$, correlacionan de modo significativo con el rendimiento.

Por otro lado, se ha procedido a la realización de un análisis de regresión múltiple, en el que la nota de la prueba escrita era considerada como variable dependiente, mientras que las respectivas categorías intervenían como variables independientes. Los resultados, de nuevo, insisten en que es el componente «relaciones» el que *explica* un mayor porcentaje de la varianza del factor rendimiento. En efecto, introducidas las categorías en el mismo orden en que se han resumido, el cuadrado del coeficiente de correlación múltiple, R^2 , pasa de 0,1323, para «ramificaciones», a 0,4158, para «relaciones entre conceptos», y luego apenas crece.

La síntesis de las respuestas dadas a las tres cuestiones planteadas nos lleva a la conclusión provisional de que, al menos en el caso de los mapas que se elaboran a partir de una serie dada de conceptos, la valoración cuantitativa de los mismos podría realizarse tan sólo mediante la puntuación de dos de las seis categorías originales: las etiquetadas como «distribución de conceptos; de lo general a lo específico» y «relaciones», respectivamente.

El problema ya señalado de sí, a la vista de esta conclusión, merece la pena valorar cuantitativamente los mapas, o, por el contrario, bastaría con una evaluación cualitativa, es, precisamente, el que nos ocupa en la actualidad. A falta de un análisis más exhaustivo, las primeras correlaciones establecidas entre las valoraciones cualitativas efectuadas por profesores expertos en ecología y las puntuaciones surgidas del análisis numérico, que no suelen ser significativas, nos vendrían a sugerir que, en tanto no se tenga suficiente experiencia en la elaboración y corrección de mapas, los profesores y profesoras que usen este instrumento como técnica de evaluación tendrían que emplear, al menos, la versión simplificada —de dos componentes— del esquema de evaluación cuyas características técnicas acabamos de analizar.

BIBLIOGRAFÍA

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. y HANESIAN, H (1983): *Psicología Educativa*. México, Trillas.
- CLIBURN, J. W. (1990): «Concept maps to promote meaningful learning», *Journal of College Science Teaching*, 19 (4), pp. 212-217.
- LEHMAN, R. S. (1991): *Statistics and Research Design in the Behavioral Sciences*. Belmont, Wadsworth .
- MARKHAM, K. M.; MINTZES, J. J. y JONES, M. G. (1994): «The concept map: Further Evidence of Validity», *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (1), pp. 91-101.
- MASON, CH. LL. (1992): «Concept Mapping: A Tool to Develop Reflective Science Instruction», *Science Education*, 76 (1), pp. 51-63.
- NOVAK, J. (1990): «Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education», *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), pp. 937-949.

- (1991): «Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador», *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), pp. 215-228.

NOVAK, J. y GOWIN, D. B. (1988): *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Martínez Roca.

SIEGEL, S. (1990): *Estadística no paramétrica*. México DF, Trillas.

STEWART, J.; VAN KIRK, J. y ROWELL, R. (1979): «Concept maps: a tool for use in biology teaching», *American Biology Teacher*, 41 (3), pp. 171-175.

STUART, H. A. (1985): «Should concept maps scored numerically?», *European Journal of Science Education*, 7 (1), pp. 73-81.

WALLACE, J. D. y MINTZES, J. J. (1990): «The concepts maps as a research tool: exploring conceptual change in biology», *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), pp. 1033-1052.