

Experiencia de uso de mapas conceptuales en la asignatura de Sistemas Operativos: dónde y cómo usarlos

Miguel Riesco Albizu, M^a Ángeles Díaz Fondón

Dpto. de Informática
Universidad de Oviedo
c/ Calvo Sotelo, s/n. 33007 Oviedo
{ albizu, fondon}@uniovi.es

Resumen

Los mapas conceptuales constituyen herramientas gráficas para organizar y representar conocimiento que contribuyen a realizar un aprendizaje significativo.

Con la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior, y la proliferación de herramientas informáticas para su construcción, el uso de estos mapas empieza a difundirse entre los equipos docentes de múltiples disciplinas.

En este artículo se describe cómo se han utilizado en la docencia de Sistemas Operativos, y como resultado de esta experiencia, se establece una clasificación de los diversos ámbitos de aplicación en la ingeniería así como diferentes técnicas docentes que pueden ser aplicadas usando mapas conceptuales.

1. Introducción

Los mapas conceptuales constituyen herramientas gráficas para organizar y representar conocimiento. En ellos se incluyen conceptos, representados por cajas, y relaciones entre ellos, etiquetados con el verbo o conjunto de palabras que definen la relación, sobre líneas que unen los conceptos. La representación de la información en los mapas conceptuales implica que la lectura de un concepto, seguido de la etiqueta de la relación y del concepto relacionado constituye una proposición, que a su vez estará relacionada con otras proposiciones.

Así por ejemplo, la figura 1 contiene una versión reducida del mapa conceptual [8] que desarrolla el concepto de “mapa conceptual”. Como vemos “los mapas conceptuales representan conocimiento organizado”, “el conocimiento organizado está compuesto de conceptos y de proposiciones”, etc.

Los mapas conceptuales [8] fueron desarrollados por J. D. Novak en 1972 en la Universidad de Cornell, tomando como base la psicología de aprendizaje de Ausbel [1], que defiende la idea de que el aprendizaje ocurre por asimilación de nuevos conceptos y proposiciones en una estructura conceptual ya existente que tiene el aprendiz.

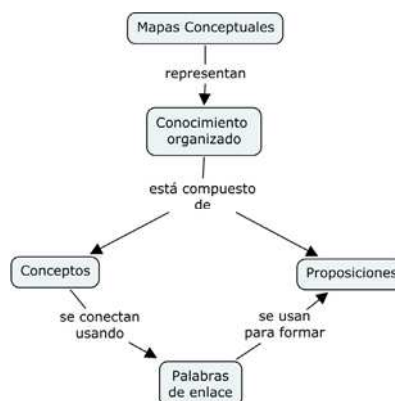


Figura 1. Concepto de Mapa Conceptual

Los mapas conceptuales contribuyen a realizar un aprendizaje significativo, dado que éstos funcionan como una especie de plantilla [8] o andamio para ayudar a organizar el conocimiento y a estructurarlo.

El uso de este tipo de herramienta como apoyo al aprendizaje está siendo cada vez mayor a todos los niveles. Los libros de Primaria de Conocimiento del Medio incluyen al final de cada tema un esquema que resume y relaciona todos los conceptos que han salido en el tema. A nivel Universitario también se están considerando cada vez más, sobre todo a raíz de la existencia de herramientas informáticas que facilitan su elaboración.

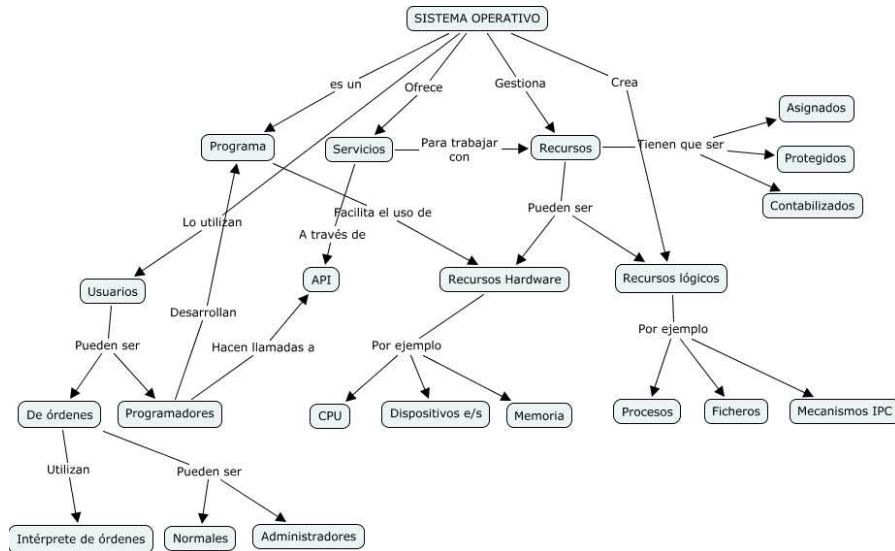


Figura 2. Concepto de Sistema Operativo

El “*Institute of Human and Machine Cognition IHMC*” [7] dirigido por el propio J. D. Novak ha desarrollado una potente herramienta (Cmap-Tools) que puede ser utilizada incluso de manera colaborativa [2]. Está realizando, además, una enorme labor de difusión de este tipo de técnicas.

Existen otras herramientas de software libre como Cayra [3] o VUE [10], o comerciales como Inspiration [6], entre otras muchas, que pueden utilizarse también para crear mapas conceptuales.

Con la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior, los equipos docentes de múltiples disciplinas empiezan a utilizar los mapas conceptuales para intentar conducir el aprendizaje hacia un modelo más significativo de lo que venía siendo habitual. En el ámbito de la informática se están introduciendo en casi todas las disciplinas. [4] y [5] son ejemplos de ello.

2. Utilización en Sistemas Operativos

A mediados del curso 2006-07 los profesores de la asignatura nos planteamos la utilización de mapas conceptuales. Al principio se utilizó para trabajo “interno” de organización de los contenidos, pero pronto decidimos utilizarla a distintos niveles en la docencia de Sistemas Operativos.

La herramienta elegida para desarrollar los mapas conceptuales fue CmapTools, desarrollada por el creador de los mapas conceptuales.

Como resultado de la experiencia, hemos establecido una clasificación en torno a dónde y cómo pueden ser utilizados los mapas conceptuales:

- **Ámbito de aplicación.** Hace referencia a qué tipos de contenidos son susceptibles de ser explicados o aprendidos con ayuda de mapas conceptuales.
- **Técnicas docentes.** Se refiere a qué métodos de docencia y/o aprendizaje pueden aplicarse utilizando mapas conceptuales como herramienta de apoyo.

En los siguientes apartados se desarrolla esta clasificación, ilustrándola con ejemplos desarrollados en la asignatura.

3. Ámbito de aplicación de los mapas conceptuales

Si bien la descripción de conceptos constituye la aplicación más habitual de los mapas conceptuales, existen otros ámbitos en los que también es posible su uso, como en clasificaciones, secuencias de operaciones o descripción de algoritmos complejos.

Este tipo de organización es muy común en asignaturas de ingeniería, donde el conocimiento no se limita a la exposición de conceptos, sino que se imparten contenidos más relacionados con procesos de realización de actividades, algoritmos, etc.

A pesar de que en principio no nos parecía sencillo utilizar mapas conceptuales para cubrir gran parte del contenido de la materia, finalmente comprobamos que casi cualquier contenido de sistemas operativos puede ser aprendido con apoyo de esta herramienta.

3.1. Conceptos

La primera aplicación que realizamos de los mapas conceptuales fue representar y relacionar los conceptos que se van introduciendo en la materia.

Conceptos como Sistema Operativo, Interrupción, etc. han sido explicados a los alumnos a partir de mapas conceptuales.

En la Figura 2 podemos ver como ejemplo el mapa conceptual que ofrece información sobre el concepto de Sistema Operativo y sus relaciones con otros conceptos.

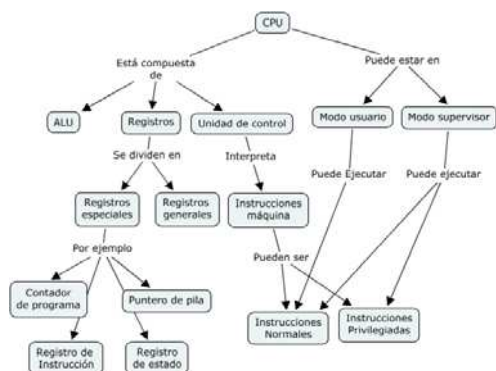


Figura 3. Estructura de la CPU

3.2. Esquemas y clasificaciones

Otra utilización inmediata de los mapas conceptuales es la realización de esquemas y clasificaciones en categorías.

En lugar de utilizar un esquema mediante texto adecuadamente sangrado o mediante un grafo dirigido sin más, hemos preferido utilizar mapas porque en el propio gráfico pueden incluirse los criterios de la clasificación, además de otro tipo de

relaciones o conceptos adicionales que hemos querido expresar.

Clasificaciones como “tipos de sistemas operativos”, “tipos de gestión de memoria”, “tipos de interrupciones”, etc. han sido tratados de esta manera.

En la página web de la asignatura [9] se pueden ver ejemplos de este tipo de mapas.

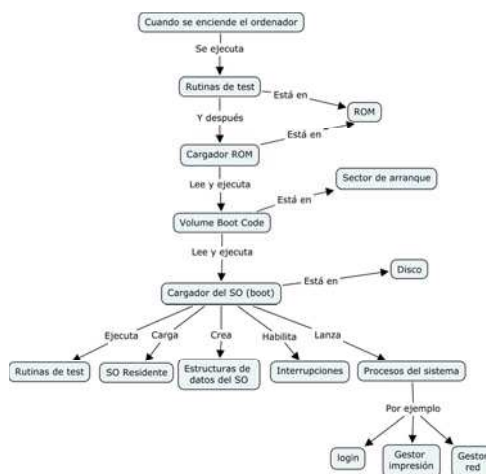


Figura 4. Proceso de arranque del sistema

3.3. Estructuras hardware

Una aplicación novedosa que hemos encontrado para los mapas conceptuales ha sido el mostrar de manera gráfica estructuras hardware.

En lugar de utilizar los típicos dibujos donde se muestra la estructura y relación de distintos componentes hardware de determinadas partes del ordenador, hemos optado por expresarlos con mapas conceptuales donde podemos, además, añadir información adicional sobre su funcionamiento, y no únicamente sobre su estructura.

En la Figura 3 puede observarse el mapa desarrollado para mostrar la estructura de la CPU.

3.4. Secuencias de operaciones

Otra aplicación de los mapas conceptuales dentro de la asignatura puede ser la de representar secuencias de operaciones. En lugar de utilizar pseudocódigo o un diagrama de flujo convencional, se ha representado este tipo de información mediante un mapa conceptual.

En este caso los mapas además de enumerar las secuencias de acciones a realizar pueden mostrar información adicional de interés sobre el proceso. Por ejemplo, en la Figura 4 se muestra el mapa que ilustra el arranque del sistema, donde se ve no sólo el proceso en sí sino también dónde están almacenados cada cargador implicado en el proceso.

Como ejemplos de este tipo de mapas se pueden citar los desarrollados para representar la reacción del sistema ante una interrupción, el arranque del sistema, el tratamiento de un fallo de página, etc.

3.5. Algoritmos complejos

Finalmente se han desarrollado mapas para el diseño de algoritmos o de programas complejos.

En este caso se han utilizado en las etapas previas del diseño del algoritmo o de la aplicación que se trate. De esta manera se obtiene una estructura fácilmente legible de los elementos a contemplar en posteriores etapas de diseño o codificación.

Como ejemplo de este tipo de aplicación podemos citar el diseño de una de las prácticas de la asignatura (Simulación del sistema de gestión de procesos), donde los alumnos deben realizar una aplicación que simule la funcionalidad del sistema de gestión de procesos de un sistema operativo, incluyendo las distintas políticas de planificación en ella implicadas.

4. Técnicas docentes: cómo usar los mapas en el aula

Una vez conocido qué son los mapas conceptuales y en qué ámbitos pueden ser aplicados dentro de una asignatura técnica como Sistemas Operativos, la siguiente cuestión que se plantea es cómo utilizarlos en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Como resultado de la experiencia, se han clasificado en diversas técnicas docentes en las que se usan mapas conceptuales, que se describen a continuación.

4.1. Mapa como guía de la exposición del profesor

Una aplicación inmediata consiste en usar los mapas conceptuales como herramienta de apoyo en la explicación del profesor.

Así, además de utilizar las típicas transparencias conteniendo texto, gráficos e imágenes, se pueden usar para determinadas partes de la materia un conjunto de mapas conceptuales sobre los que el profesor explica cada uno de los conceptos que allí aparecen, así como las relaciones entre ellos.

En la experiencia realizada, en algunos temas se desarrolló toda la parte expositiva de la clase utilizando únicamente mapas conceptuales.

Llevando esta técnica al extremo pueden sustituirse todas las transparencias empleadas en una hora de clase por un único mapa conceptual que relacione todos los conceptos que van a ser desarrollados durante ese tiempo, usándolo el profesor como guía en la exposición. Este uso ha sido muy bien aceptado por los alumnos, dado que así siguen la explicación más fácilmente, al contar con todos los contenidos a la vista.

4.2. Creación del mapa por los alumnos

Otro nivel en el que se puede aplicar el uso de mapas conceptuales es en el desarrollo de trabajo activo por parte de los alumnos. El profesor, en lugar de exponer un mapa previamente creado por él, propone una materia sobre la cual deben los alumnos realizar un mapa conceptual.

Esta forma de trabajar se ha aplicado, a su vez, en dos situaciones distintas:

- Como resumen de lo tratado en un tema previamente explicado por el profesor. Los alumnos deberán realizar mapas conceptuales al final de este proceso.
- Como parte de técnicas de aprendizaje por descubrimiento, los alumnos deben desarrollar, entre otras cosas, un conjunto de mapas conceptuales para dar solución a un problema dado, sin haber recibido con anterioridad formación sobre cómo resolverlo.

En ambos casos, los mapas conceptuales pueden constituir un producto más que tienen que entregar los alumnos en el marco de técnicas docentes de aprendizaje activo y evaluación continua.

Siempre que se pretenda crear un mapa es importante que el profesor especifique una "pregunta de enfoque", para establecer el contexto en el que se va a desarrollar el mapa. A partir de esta pregunta se construye el mismo.

4.3. Diseño a partir de un esqueleto

En este caso, el profesor presenta un mapa conceptual deliberadamente incompleto o incluso erróneo, con conceptos y relaciones sin nombres (sólo las “cajas”), con relaciones incorrectas, con conceptos o relaciones que faltan, etc.

La tarea del alumno será corregir y completar ese mapa.

La diferencia con el caso anterior es que, de esta manera, se tiene un mayor control sobre los aspectos en los que queremos incidir y sobre el resultado que queremos obtener. Cuando el alumno no tiene una guía que seguir, en forma de esqueleto que completar, puede orientar su trabajo en una dirección completamente opuesta a la esperada, que en general no tiene por qué ser malo, pero que en ciertas circunstancias puede ser conveniente intentar evitar.

4.4. Diseño colaborativo de mapas conceptuales

Otra aplicación de mapas conceptuales consiste en incorporarlos como complemento en la utilización de técnicas de colaborativas basadas en aprendizaje por descubrimiento, como en el aprendizaje basado en problemas (PBL).

En una primera fase se plantea una tormenta de ideas sobre el tema en cuestión, y se pide a los alumnos, organizados en pequeños grupos que elaboren una lista de conceptos a tener en cuenta sobre dicho tema, que Novak [8] denomina *conceptos de estacionamiento*.

A partir de esta lista se elabora un mapa conceptual, relacionando y jerarquizando los conceptos previamente introducidos.

En una tercera fase, a partir de los mapas conceptuales de los grupos, se elabora en gran grupo un mapa como unión de los realizados, discutiendo en cada caso cada uno de los conceptos y relaciones que van siendo añadidas.

Siguiendo esta pauta de trabajo el profesor puede dirigir la realización del mapa, intentando llevarlo hacia el modelo más adecuado, además de poder ir explicando y aclarando conceptos a medida que van apareciendo.

En ocasiones, incluso, en el mapa pueden aparecer conceptos que el profesor no había incluido en su modelo inicial, al ser propuestos por los alumnos y ser considerados convenientes por parte del profesor.

5. Resultados de la experiencia

Como resultados de la experiencia se muestra la opinión de los alumnos y las reflexiones de los profesores.

No se ha realizado ningún estudio analítico para medir el impacto que ha tenido la utilización de los mapas conceptuales en el aprendizaje del alumnado. Por un lado, no es ésta la única novedad que se ha introducido en la docencia de la asignatura. Por otra parte, no se planteó el uso de un grupo piloto con el que realizar comparaciones, con lo cual no ha sido posible realizar estudios de este tipo.

Sin embargo, sí resulta interesante tener en cuenta la percepción que tanto alumnos como profesores han tenido de la experiencia.

5.1. Opinión de los alumnos

Para conocer la opinión de los alumnos, además de conversaciones informales con algunos de ellos, se realizó una encuesta al término del tema 2 donde se les preguntaba sobre distintos aspectos de la docencia de la asignatura, entre ellos la utilización de los mapas conceptuales.

Nada	9,18%
Algo	31,63%
Bastante	36,73%
Mucho	22,45%

Tabla 1. Utilidad de los mapas en el aprendizaje

En primer lugar debían opinar sobre la utilidad de los mapas conceptuales en el aprendizaje del tema. En segundo lugar, debían mostrar sus preferencias a la hora de utilizarlo, pudiendo indicar varias:

- 1.Desarrollo de mapas en clase por parte del alumno, a partir de la lectura del libro.
- 2.Desarrollo del mapa por el profesor, y uso del mismo como apoyo a la explicación en clase.
- 3.Desarrollo colaborativo del mapa al final de la explicación del tema.
- 4.Desarrollo de mapas por el alumno a partir de esqueletos propuestos por el profesor.
- 5.Desarrollo de mapas como trabajo no presencial del alumno.

En la Tabla 1 puede verse el resumen de la opinión de los alumnos sobre la utilidad de los mapas conceptuales en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Aproximadamente un 60% de los alumnos estima que son bastante o muy útiles, confirmando así la opinión de los profesores.

En relación con las preferencias a la hora de utilizar los mapas conceptuales, los alumnos se inclinan mayoritariamente por las opciones menos activas, dado que prácticamente la mitad prefieren que el profesor lo use como base de la explicación mientras que a sólo una cuarta parte le gusta que el profesor explique primero y después se haga el mapa entre todos.

Opción 1	19,19%
Opción 2	48,48%
Opción 3	25,25%
Opción 4	19,19%
Opción 5	9,09%

Tabla 2. Preferencias de utilización de los mapas

La opción más rechazada es la de plantear su realización como trabajo no presencial del alumno.

Finalmente, se realizó un estudio del grado de independencia entre la pregunta 1 y las distintas opciones de la pregunta 2, utilizándose un contraste chi-cuadrado de independencia a un nivel de significación de 0,05.

De este estudio se desprende que hay una relación leve (p -valor=0,046) entre la pregunta 1 (utilidad de los mapas conceptuales) y la opción 4 de las preferencias de uso (Desarrollo de mapas a partir de esqueletos), lo que vendría a significar que los alumnos que ven útil los mapas conceptuales prefieren completar alguno propuesto por el profesor. Examinando la relación de la pregunta 1 con el resto de las respuestas se concluye que son independientes.

5.2. Opinión de los profesores

Como resultado de la experiencia en la asignatura de Sistemas Operativos se ha constatado que el uso de mapas conceptuales resulta muy útil para apoyo a la docencia.

La introducción de mapas conceptuales como apoyo a la lección magistral constituye un modo sencillo de uso de los mismos. Se parte de la preparación de un mapa para organizar el contenido de una hora de clase. Una vez desarrollado nos hemos dado cuenta de que éste sustituye perfec-

tamente a la serie de clásicas transparencias que teníamos preparadas, por lo que las sustituimos por el mapa conceptual.

La utilización del mapa como único soporte a la explicación cambia la dinámica de la clase, puesto que deja al profesor mayor libertad de explicación que en el caso de las transparencias, que resultan más rígidas en contenido y secuencialización. Además, los alumnos tienen en todo momento el esquema que relaciona todos los conceptos tratados durante la clase, y además se le proporciona al alumno un recurso de organización del conocimiento completamente diferente a la secuencialidad de un libro o unas transparencias.

El segundo uso que se ha planteado para los mapas ha sido la propuesta de esqueletos para que los alumnos completen a posteriori, de modo que reflexionen sobre la materia tratada. En este caso el alumno se implica en su realización y *aprende haciendo* de manera dirigida. Esta técnica ha resultado interesante para ser usada como trabajo no presencial del alumno, y ayuda considerablemente al estudio de la materia.

Finalmente, la creación de mapas ayuda a dar un paso más avanzado de trabajo significativo en el aula. Es interesante plantear que los alumnos trabajen en pequeños grupos a partir de una lista de conceptos y una pregunta de enfoque, para que desarrollen con ellos un mapa conceptual. Tras un primer paso de elaboración se analiza en gran grupo cada propuesta y se elabora un mapa definitivo.

Como consecuencia de estas reflexiones, se propone a continuación unas pautas para iniciarse en su uso.

5.3. Pautas para la iniciación en el uso de mapas en la docencia

De la experiencia desarrollada, se ha podido establecer un protocolo de iniciación al uso de mapas conceptuales por parte del profesor. Así, un profesor que pretenda introducir los mapas conceptuales, podría hacerlo en las siguientes etapas:

1. Diseño de un mapa como apoyo a la clase magistral.
2. Desarrollo de esqueletos para que el alumno incorpore una lista de conceptos y relaciones.
3. Inclusión de una actividad colaborativa en el aula, en el que los alumnos desarrollen sus propios mapas y los completen en gran grupo.

Este protocolo ya ha sido puesto en práctica por parte de otros profesores del centro que, de momento, han empezado a utilizar los mapas conceptuales en sus clases, fundamentalmente como resumen de los temas, y en algún caso, con la propuesta de esqueletos como trabajo no presencial.

6. Conclusiones

El uso de mapas conceptuales constituye una herramienta más que puede y debe ser empleada para apoyar el desarrollo de un aprendizaje significativo.

En los últimos años han aparecido herramientas informáticas que permiten desarrollar mapas conceptuales de manera sencilla y cómoda, lo que propicia su uso.

Los mapas conceptuales desarrollados para cada tema, constituyen un material de apoyo al aprendizaje con un alto valor. Actualmente los libros de texto universitarios no cuentan con este tipo de información, y sería muy interesante incluirlos como un anexo a cada tema.

El uso mapas conceptuales constituye una técnica ideal para realizar una adaptación progresiva del modo de trabajo de aprendizaje activo y significativo promulgado por el EEES, siguiendo las pautas de iniciación propuestas en este artículo.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la profesora D^a Asunción Lubiano, del Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Oviedo la ayuda prestada para el análisis de los

datos obtenidos en la encuesta a los alumnos y para extracción de conclusiones del mismo.

Referencias

- [1] Ausbel, D.P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton, 1963.
- [2] Cañas A.J., Kenneth M.F., Patrick J.H., Thomas R., et others. *Colaboración en la Co-instrucción de Conocimiento Mediante Mapas Conceptuales*. Institute of Human and Machine Cognition. University of West Florida, Pensacola.
- [3] Cayra. <http://cayra.net/>
- [4] Gómez Gauchía H. *Mapas conceptuales como primera fase del diseño de una base de datos*. Universidad Complutense de Madrid XI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, 2005.
- [5] Guardián Soto B. D., M.C. *A Uso de mapas conceptuales como técnica de aprendizaje en la algoritmia*. Instituto politécnico Nacional de Méjico, 2004.
- [6] Inspiration. <http://www.inspiration.com/>
- [7] Institute of Human and Machine Cognition IHMC. <http://cmap.ihmc.us/>
- [8] Novac J.D. *La Teoría subyacente a los Mapas Conceptuales y a cómo construirlos*. Technical Report IHMC CmapTools 2006.
- [9] Sistemas Operativos de la EUITIO. www.euitio.uniovi.es/ssoo
- [10] VUE: Visual Understanding Environment. <http://vue.uit.tufts.edu/>