

## APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN EN QUÍMICA. DESARROLLO DE SOFTWARE MC-3D

### LEARNING AND ASSESSMENT IN CHEMISTRY. MC-3D SOFTWARE DEVELOPMENT

MSc.Laura Rocío Ortiz Esquivel<sup>I</sup>, Ing. Víctor Manuel Feregrino Hernández<sup>II</sup>,  
Dr. Jorge Luis Rosas Trigueros<sup>II</sup>

I: Instituto Politécnico Nacional, (IPN), México. lortiz@ipn.mx

II: Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQE) del Instituto Politécnico Nacional, México

---

#### RESUMEN

El uso de mapas conceptuales constituye una valiosa herramienta didáctica, pudiendo aplicarse en todas las fases del proceso educativo; han demostrado ser un instrumento eficaz en el contexto de aprendizaje y evaluación. Sin embargo, hay algunas cuestiones por resolver para lograr el uso correcto de los mapas, ya que muchas construcciones tienden a ser más descriptivas que explicativas. A fin de facilitar el aprendizaje de la química para los estudiantes de ingeniería química, se diseñaron y construyeron mapas conceptuales tridimensionales para superar las deficiencias de conectores inadecuadas o exceso de conceptos en un plano (2D). Para facilitar el diseño de mapas 3D, se desarrolló un software. Se presentan las estructuras obtenidas para temas del curso de química y los comentarios de los alumnos sobre el uso del programa desarrollado.

**Palabras clave:** mapas conceptuales, química general, proceso de enseñanza-aprendizaje.

---

#### ABSTARCT

The use of conceptual maps constitutes a valuable didactic tool, being able to apply in all the phases of the educative process; they have showed to be an effective

instrument in learning and evaluation context. However, there are some issues to resolve to achieve the correct use of the concept maps, since many buildings tend to be more descriptive than explanatory. In order to facilitate the learning of chemistry in Chemical Engineering students, 3D conceptual maps were designed and constructed to overcome the deficiencies of inadequate connectors or excess of concepts in a 2D map. In order to facilitate the design of 3D maps, software was developed. The structures obtained for subjects of the course of Chemistry and the commentaries of the students about this software are presented.

**Keywords:** concept maps, academic software, general chemistry, teaching-learning process.

---

## **INTRODUCCION**

Con este trabajo pretendemos diseñar y construir mapas conceptuales tridimensionales para facilitar el aprendizaje de la Química y su evaluación en estudiantes de la carrera de Ingeniería Química, al superar las deficiencias de conectores inadecuados o exceso de conceptos en un mapa bidimensional.

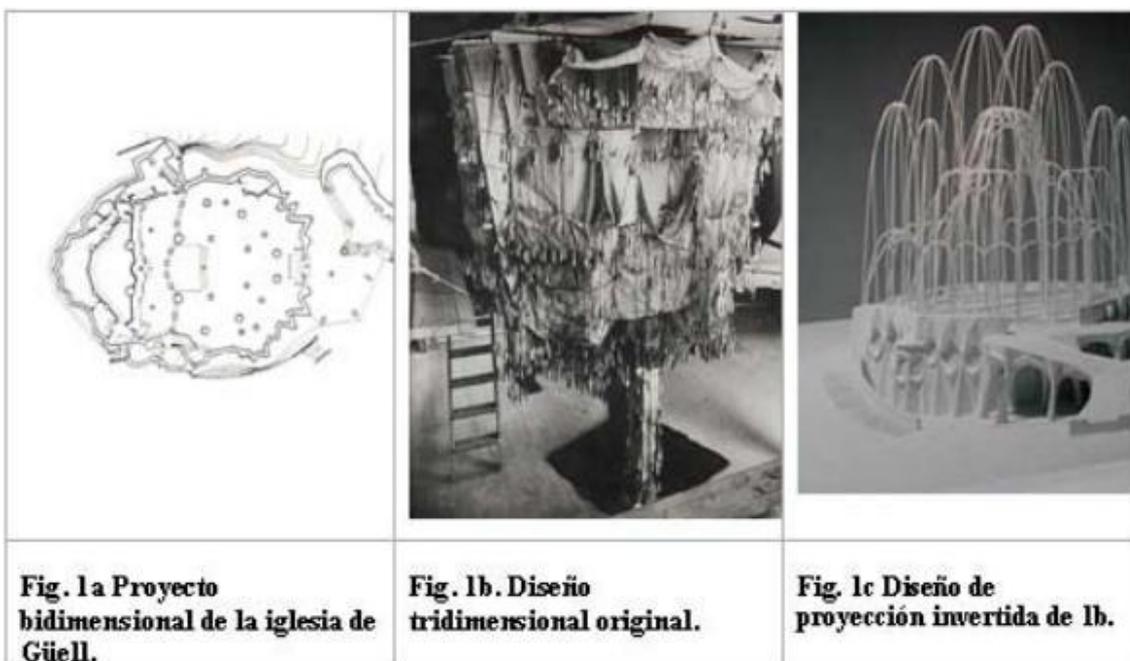
Desde el diseño de un programa de estudios hasta la evaluación del aprendizaje, pasando por la enseñanza en el aula y laboratorio, el uso de mapas conceptuales constituye una valiosa experiencia didáctica, pudiéndose aplicar en todas las fases del proceso educativo.

En el ámbito del aprendizaje, los mapas conceptuales han demostrado ser un instrumento eficaz para el logro del conocimiento. Sin embargo, existen algunos problemas a solucionar para alcanzar su uso correcto, puesto que muchas construcciones tienden a ser más descriptivas que explicativas. [1], o bien el hecho de que, para ser accesibles a cualquier observador, debe incluirse un número limitado de conceptos en cada mapa, así como establecer interconexiones que sean claras y fáciles de leer.

Se exploraron los modelos tridimensionales como una posible mejora para explicitar las múltiples relaciones entre conceptos, al considerar los hechos mencionados y los principios que precisan que "los conceptos son construidos por los seres humanos al percibir regularidades o patrones en los acontecimientos, los cuales son señalados por una etiqueta, generalmente una palabra" [1], por lo que dos o más conceptos se pueden ligar para indicar un asunto significativo tal que se representen de forma concreta en un mapa.

## **DESARROLLO**

Ha habido diversas maneras de desarrollar las estructuras tridimensionales fuera de un diseño plano, tal como los trabajos de Gaudí para la iglesia de Güell que le permitió visualizar el cuerpo geométrico y la estructura entera fuera del diseño bidimensional, como puede apreciarse en las figuras 1a, 1b y 1c. [2]



A partir de los problemas de diseño de los mapas conceptuales bidimensionales, tales como conectores inadecuados, líneas cruzadas y demasiados conceptos involucrados, y con el propósito de promover la creatividad y el aprendizaje de conocimientos básicos de los estudiantes de química, se propuso desarrollar varios mapas experimentales tridimensionales para superar las dificultades de diseño mencionadas.

La consideración fundamental de este trabajo, parte de la idea de que el mapa conceptual bidimensional representa de manera deficiente el mundo tridimensional, el cual es objeto de estudio de la ciencia.

El presente trabajo fue realizado en su primera etapa durante el periodo enero-julio de 2008, con una muestra de 80 estudiantes del primer año de la carrera de Ingeniería Química que se imparte en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional (ESIQIE-IPN) y en una segunda etapa en el periodo de enero a julio de 2009 con una muestra de 120 estudiantes de la misma institución y nivel, para probar el software desarrollado como herramienta de apoyo para el diseño de los mapas 3D.

A partir de estudios anteriores [3], se identificaron diversos conceptos fundamentales en los contenidos de las asignaturas de química de difícil comprensión por los estudiantes, tales como disoluciones, mezclas, propiedades coligativas y unidades de concentración, los mismos que fueron elegidos para esta investigación.

## RESULTADOS

El proceso de diseño y construcción de los mapas conceptuales tridimensionales en 2008, siguió las etapas:

- Introducción sobre construcción de mapas conceptuales

- Diseño de mapas conceptuales bidimensionales con el software CmapTools. Todos los participantes diseñaron sus mapas bidimensionales (2D) de manera individual, lo cual produjo 80 mapas diferentes relacionados con los cuatro conceptos seleccionados

- Desarrollo de mapas tridimensionales a partir de cuerpos geométricos. Dichos mapas 3D se diseñaron y construyeron en equipos de cuatro o cinco personas, tomando como referencia el mapa conceptual 2D de uno de los integrantes.

En esta etapa sólo se obtuvieron 15 mapas, contruidos con materiales como, esferas de unicel, palillos, pajillas, limpiapipas y etiquetas adhesivas, en tanto que un equipo utilizó piezas magnetizadas. (figura 2).

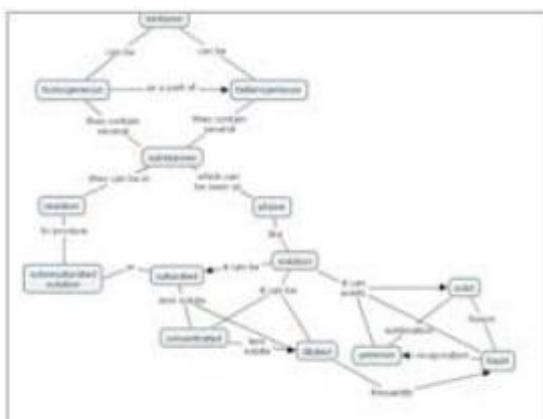


**Fig. 2 Materiales utilizados en la construcción de los mapas conceptuales tridimensionales.**

- Análisis y discusión de ventajas y desventajas de ambos tipos de mapas conceptuales.

Después de la construcción, se aplicó un cuestionario de opinión, para que los participantes comentaran respecto a la experiencia y realizaran sugerencias en torno a las ventajas, desventajas y dificultades de su uso y construcción.

La figura 3b muestra una estructura tridimensional construida a partir de un mapa conceptual 2D (figura 3a) de un conjunto de 14 conceptos relacionado con el tema de mezclas, los cuales se representaron con esferas magnetizadas y los conectores con barras magnetizadas. En el caso del mapa conceptual tridimensional, se observa que la distribución de los conceptos presenta una estructura geométrica, respeta la jerarquía establecida en el mapa conceptual bidimensional y evita los cruces de líneas (conectores).



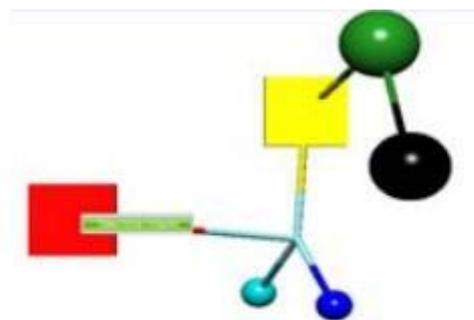
**Fig. 3a Mapa conceptual bidimensional del tema soluciones.**



**Fig. 3b Mapa conceptual tridimensional del tema soluciones.**

En el marco del proceso de instrumentación de nuevos enfoques de la evaluación continua de los aprendizajes, la actividad de diseño y construcción de los mapas 3D, constituyó una evidencia directa de la evolución alcanzada por los estudiantes a partir de su estatus inicial en los ámbitos conceptual, procedimental y actitudinal.

Sin embargo, también resultó evidente la dificultad para su construcción, por lo que se planteó el desarrollo de un software que permitiera la visualización de los conceptos y la manipulación de las relaciones establecidas entre ellos. Esta herramienta se diseñó con software libre orientado a objetos (Java) y se sometió a evaluación por los estudiantes participantes en el periodo del 2009, figura 4.



**Fig. 4. Imagen de la pantalla en la que se desarrolla un mapa conceptual 3D.**

La gama de herramientas del paquete, permite el cambio de formas y colores tanto de los objetos que representan a los conceptos como del texto que se asocia a ellos y a los enlaces. La manipulación de dichos objetos permite el reacomodo para su visualización a través del giro libre del conjunto. En toda posición, los textos reaparecen de frente al lector y la secuencia de armado se puede grabar.

Esta herramienta fue evaluada por 120 estudiantes en el periodo de 2009, utilizando como conjunto de trabajo, los conceptos mencionados en la primera etapa, pudiendo utilizarse para evaluar la validez del mapa conceptual a través de las grabaciones de cada construcción, narrada por cada participante.

## **CONCLUSIONES**

1. Los mapas conceptuales bidimensionales, son un recurso didáctico adecuado para integrar significados de un número limitado de conceptos.
2. Para el estudiante novel, resulta difícil establecer los conectores idóneos para dar sentido a la representación de sus ideas, situación que mejora con la práctica cotidiana.
3. En el caso de los mapas conceptuales tridimensionales, fue posible incorporar un mayor número de conceptos sin que hubiera confusiones al interpretar las diferentes relaciones en la estructura final.
4. Los mapas conceptuales 3D físicos presentan el inconveniente de requerir una estructura adicional para soportar un arreglo irregular, situación que no se presenta en estructuras con formas geométricas regulares o con el uso del software desarrollado.

5. La adopción del software desarrollado para este estudio requiere horas adicionales de trabajo para su exploración y control. Tal situación desvió un poco la atención de los estudiantes de la finalidad de este estudio.

6. Los aspectos educativos evaluables mediante esta estrategia comprenden la gestión de información, análisis y síntesis, trabajo en equipo, creatividad, comunicación, uso de herramientas informáticas, etcétera. El análisis de los cuestionarios de opinión permitió identificar las siguientes ideas principales:

7. Se confirmó la utilidad de los mapas conceptuales para estudiar y aprender conceptos relacionados.

8. El 60 % de los estudiantes coincidió en que la principal dificultad fue identificar los conectores adecuados entre conceptos

9. El 45 % de los encuestados señaló haber encontrado dificultades para transformar su mapa conceptual bidimensional a una estructura física tridimensional, aunque en ésta resulte más sencillo interpretar las relaciones entre conceptos.

10. El 30 % de los estudiantes consideró necesaria una etapa de trabajo previo con el software a fin de realizar diseños de mapas 3D con más facilidad.

11. El 40 % de los participantes en la etapa 2009, recomendó la incorporación de herramientas adicionales en el software para mejorar el desempeño de la interfaz del usuario.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. CAÑAS, A., J. NOVAK. "Re-examining the Foundations for Effective use of Concept Maps", en Proceedings on the Second International Conference on Concept Mapping, vol.1, 2006. Págs. 494-502.
2. GIRALT-MIRACLE, D. Gaudí. La búsqueda de la forma. Espacio, geometría, estructura y construcción. Barcelona. 2002.
3. DOMÍNGUEZ, A., ORTIZ, L. "La construcción del lenguaje técnico y las barreras cognitivas", en Anuario Latinoamericano de Educación Química, No. XV, 2002. Págs. 236-40. Argentina.

Recibido: Mayo de 2011

Aprobado: Septiembre de 2011

*MSc. Laura Rocío Ortiz Esquivel<sup>1</sup>*. Instituto Politécnico Nacional, (IPN), México.  
lortiz@ipn.mx