



## DESARROLLO DE UN MATERIAL DIDÁCTICO MULTIMEDIA PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA

### *DEVELOPMENT OF A DIDACTIC MULTIMEDIA MATERIAL TO FACILITATE LEARNING CHEMISTRY*

**Santiago Valbuena Rodríguez**

Universidad de Los Llanos, Villavicencio (Colombia)

#### Resumen

A partir de una investigación cualitativa se desarrolló un material didáctico multimedia de química, que integra el modelo pedagógico de la resolución de problemas, las dificultades de aprendizaje y la multimedia, con el propósito de apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. En el diseño, desarrollo e implementación se utilizó el software flash CS5 y se aplicó la metodología de Ingeniería del Software Educativo (ISE) con evaluación por parte de los usuarios por prueba piloto y prueba de campo, así como evaluación por parte de un experto en contenidos de química y un experto en diseño de materiales digitales. El material multimedia producido promueve la interactividad docente-contenido-estudiante y el autoaprendizaje de la química, de acuerdo con el alto porcentaje de satisfacción valorado, por los estudiantes de primer semestre de ingeniería agronómica de la Universidad de los Llanos en el segundo periodo académico de 2010 y a la evaluación realizada por un experto en el diseño de material digital.

**Palabras clave:** didáctica en química, multimedia para aprendizaje de química, aprendizaje de química

#### Abstract

Based on a qualitative research, a didactic multimedia educational materials for chemistry, was developed which integrates the teaching model of problem solving, learning difficulties and the media in order to support the process of teaching and learning chemistry. In the design, development and implementation software was used Flash CS5 and applied the methodology on Software Engineering Education (SEE) with evaluation by users for pilot testing, field testing and evaluation by an expert, chemical content and digital materials design expert. The material produced multimedia interactivity promotes teacher-student-contained and self-learning of chemistry, according to the high percentage of satisfaction rated by freshmen agricultural engineering from the University of the Llanos in the second academic period 2010 and the evaluation by an expert in the design of digital material.

**Keywords:** didactics in chemistry, multimedia for chemistry learning, learning chemistry

## Introducción

La universidad presencial tiene el reto de incorporar a las tecnologías de la información y la comunicación TIC, en sus procesos académicos para lograr subsistir, competir y actualizarse en un mundo cambiante y globalizado (Casas, 2005), y aportar en la moderna sociedad de la información y el conocimiento: sociedad red (Castell, 2000). En este contexto nuevo de la educación, surge la necesidad del diseño y desarrollo de materiales digitales, como recursos de apoyo de los cursos en la modalidad presencial, mixta o en línea y, en general, de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias básicas. Pero, ¿cuáles son los principales enfoques en la enseñanza de las ciencias?, ¿cuáles son las dificultades que presentan los estudiantes universitarios en el aprendizaje de la química?, ¿cómo diseñar y desarrollar un material didáctico multimedia que teniendo en cuenta las dificultades de aprendizaje, integre la pedagogía y la tecnología, para favorecer el aprendizaje de la química?, ¿cómo evaluar, si el material didáctico multimedia producido promueve el aprendizaje en química?

Las principales tendencias en la enseñanza de las ciencias son: el aprendizaje tradicional por transmisión de información; aprendizaje por descubrimiento; aprendizaje basado en la resolución de problemas; cambio conceptual desde el constructivismo; aprendizaje como investigación dirigida; desarrollo de capacidades metacognitivas; diseño de unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias. El modelo de enseñanza tradicional, es muy criticado actualmente, por lo que, los otros enfoques presentan al alumno más activo y protagonista de su propio aprendizaje, a través de la realización de actividades como experimentos, la investigación, la resolución de problemas, la aplicación de los conocimientos y no la memorización de los mismos (Campanario & Moya, 1999).

Las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias, respecto a las dificultades de aprendizaje, muestran que el estudiante realiza una filtración ontológica y conceptual de un hecho o fenómeno basado en la percepción física, en la cultura y el lenguaje cotidiano (Pozo & Gómez, 1998). El estudiante a partir de la cultura cotidiana, presenta formas de razonamiento espontáneo como la metodología de la

superficialidad o del sentido común y el causalismo simple (Andersson, 1990). En las formas de razonamiento espontáneo que actúan como obstáculos epistemológico y metodológico del pensamiento, se encuentran la fijación funcional, que es el aprendizaje memorístico que no permite el análisis, la reflexión y el pensamiento creativo de una situación, hecho o problema (Furió & Calatayud, 1996) y la reducción funcional, que es la incapacidad del discente para correlacionar varias variables o causas de un fenómeno o de un hecho (Furió & Furió, 2000).

Las principales dificultades en el aprendizaje de química están relacionadas con la falta de comprensión de las interrelaciones del mundo macroscópico y microscópico, en temas como el equilibrio químico, los gases y la naturaleza corpuscular de la materia (Furió & Furió, 2000; Moncaleano et al., 2003). Se reporta también, que los temas de química más comunes en los cuales los estudiantes de cursos universitarios presentan mayor dificultad en el aprendizaje son: disoluciones, estequiometría, la ecuación de estado, el equilibrio químico y las disoluciones amortiguadoras (Cárdenas, 2006).

La revisión de la literatura en el tema de software multimedia educativo ofrece entre otros aspectos, lo siguiente: una metodología para el desarrollo de materiales digitales, basada en el modelo genérico de diseño instruccional ADDIE, que comprende las etapas de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación (Williams et al., 2004); aplicación del principio multimedia, (Meyer, 2001); aplicación de los principios para la conceptualización de materiales multimedia: didáctica, simplicidad, interactividad, dinamicidad y flexibilidad (Gisbert et al., 2004). La “**interactividad**”, concepto clave en la calidad del diseño y usabilidad de los contenidos educativos reutilizables u objetos de aprendizaje, que desde el constructivismo socio-cultural en entornos educativos que integran a las TIC es la actividad conjunta o conjunto de relaciones, actuaciones e interacciones entre el docente-contenidos-alumnos, conocido como el triángulo interactivo (Coll et al., 2008; Onrubia, 2005) y que se presenta desde el plano de la interactividad tecnológica-pedagógica potencial o cómo se planifica o se diseña y desde el plano de la interactividad tecnológica-pedagógica real o de su desarrollo o uso efectivo, (Mauri et al., 2005).

En dos materiales multimedia desarrollados (Acosta & Rondón, 2006; Rodríguez & Chacón, 2008) se reportan las dificultades de aprendizaje específicas en temas de los cursos de química orgánica y cálculo, pero no se tienen en cuenta las dificultades conceptuales y epistemológicas de los estudiantes, ni se expresa el modelo pedagógico aplicado en el diseño de estos materiales. En el software educativo de reacciones químicas (Betancourt et al., 2008) con enfoque ciencia, tecnología y sociedad, solo se menciona teóricamente que en la etapa de búsqueda de necesidades, la diferenciación de los niveles micro y macroscópico de la química influye en el aprendizaje de las reacciones químicas.

El objetivo de este trabajo es realizar el diseño tecnopedagógico de un material didáctico multimedia, que aplicando el modelo pedagógico de la resolución de problemas y teniendo en cuenta las dificultades de aprendizaje en química, integre los componentes pedagógico y tecnológico, para favorecer el autoaprendizaje y el aprendizaje de esta ciencia en estudiantes universitarios. Se propone la evaluación del material didáctico multimedia desarrollado por parte de los usuarios o estudiantes, un experto en contenidos de química y un experto en diseño tecnopedagógico de material digital.

## Metodología

La investigación es de tipo cualitativa y se aplicó la metodología de ingeniería del software educativo (Galvis, 1994), en el desarrollo del material didáctico multimedia. Esta metodología se basa en los modelos de diseño instruccional (Acosta & Rondón, 2006) y es la aplicada por el grupo de apoyo al que pertenece el autor de este trabajo, grupo de investigación "Horizonte Mediático" de la facultad de ciencias básicas e ingeniería de la Universidad de los Llanos. Esta metodología tiene las siguientes etapas en forma cíclica, las cuales permiten la retroalimentación del proceso: análisis, diseño, desarrollo, implementación por prueba piloto, prueba de campo y evaluación.

En la primera etapa se realizó un análisis de los enfoques en la enseñanza de las ciencias e investigaciones en didáctica relacionadas con las dificultades que tienen los estudiantes para el aprendizaje de la química; un análisis de los conocimientos previos y los contenidos de química que se necesitan en las

ciencias aplicadas, y una revisión en la literatura de software multimedia educativo desarrollado en las ciencias básicas.

En las características didácticas, pedagógicas y técnicas del material multimedia, se tuvo en cuenta el modelo pedagógico de la resolución de problemas, principio multimedia (Meyer, 2001), según el cual se aprende más de imágenes y texto, que de sólo texto, y los principios metodológicos propuestos por (Gisbert et al., 2004), la simplicidad, la didáctica, la dinamicidad, la interactividad y la flexibilidad. En el diseño de la interactividad tecnológico-pedagógico potencial, se incluyeron las dimensiones más importantes de los aspectos de tecnología y de pedagogía (Mauri et al., 2005). En esta parte se digitaron en forma sintetizada los contenidos de todos los módulos, se integraron con imágenes, gráficas o tablas, información científica a través de vínculos, sonido, cuadros con texto, animaciones, vínculo a páginas web y las situaciones problemáticas; se diseñó la interfaz de inicio y la interfaz general; se integraron los objetivos de aprendizaje y la evaluación de cada módulo, teniendo en cuenta el análisis de la primera etapa para favorecer el aprendizaje de la química. El software que se utilizó fue flash CS5.

En la evaluación del material multimedia se aplicó la propuesta de (Barberà et al., 2004), respecto al análisis de instrumentos de evaluación y las dimensiones más importantes de propuestas formativas en entornos de aprendizaje virtual; según esta propuesta la evaluación se debe realizar por usuarios y expertos desde el aspecto tecnológico y pedagógico, distinguiendo el plano del diseño del plano de uso efectivo o real (Mauri et al., 2005; Coll et al., 2008). También proponen a expertos para la evaluación de materiales formativos en línea, (Rubio, 2003), y de software educativo (Galvis, 2000).

La implementación y evaluación del material multimedia desarrollado por parte de usuarios se realizó, inicialmente, mediante una prueba piloto con la aplicación del software educativo en las clases presenciales a una muestra de 15 estudiantes, después, con una prueba de campo a una muestra de 33 estudiantes del programa de ingeniería agronómica que tomaban el curso de química básica, durante el segundo semestre de 2010. A todos los estudiantes

del curso de química se les entregó una copia del material didáctico multimedia desarrollado.

Las dimensiones más importantes que se incluyen en los instrumentos de evaluación son las características principales sobre la presentación de la información, aspectos de la tecnología y aspectos pedagógicos. Se asignó un valor en la escala de Likert, así: totalmente de acuerdo = 4; de acuerdo = 3; en desacuerdo = 2; y totalmente en desacuerdo = 1, (Pérez, 1994).

En la evaluación final, el experto en contenidos de química evaluó la calidad, idoneidad, científicidad, actualización, coherencia y correspondencia de los contenidos, mientras que el experto en diseño tecnopedagógico de materiales digitales multimedia, evaluó el diseño instruccional y las características tecnológicas.

## Resultados

En el material didáctico multimedia producido en formato CD-ROM, se encuentran los capítulos principales de química general e incluye los temas en donde los estudiantes universitarios presentan mayores dificultades de aprendizaje y se pueden observar en la imagen N° 1, en la que aparece el menú de inicio que despliega los temas del capítulo de generalidades de la química. Este material se avaló por la cámara Colombiana del libro, como libro digital con ISBN: 978-958-8594-72-9 y se publicó en junio de 2012, cuya editorial es la Universidad de los Llanos. En este recurso se presenta al final de cada capítulo, problemas propuestos, con evaluación cuantitativa que permite al estudiante saber su nivel de conocimiento, la calificación sobre 5.0 y tiene la opción de ver las respuestas correctas.

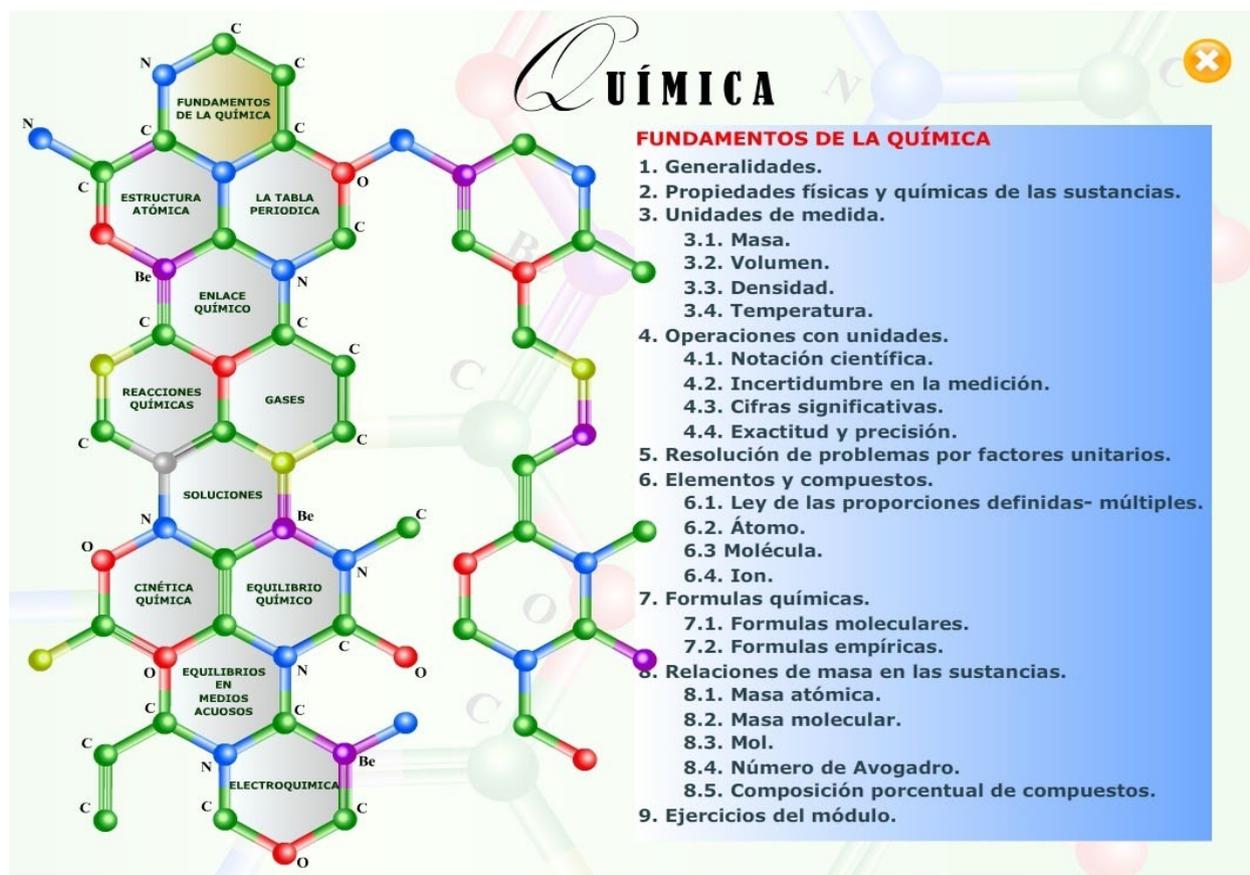


Figura 1. Menú de inicio del material didáctico multimedia de química

Las características más importantes del componente tecnológico en el material multimedia de química

desarrollado en formato CD-ROM, relacionadas con la estructura y organización de la actividad conjunta

de profesores y alumnos alrededor de los contenidos, en forma de la interactividad tecnológica potencial son las siguientes:

- Instalación fácil en cualquier PC (tiene la función autoarranque)
- Diseño del menú de inicio con el correspondiente índice de módulos.
- Diseño de interfaz adecuado y agradable con iconos de adelantar, devolver, y de salir para ir al menú de inicio o salir de la aplicación.
- Acceso fácil a la información del material.
- Alta navegabilidad a través de los contenidos.
- Diseño de actividades de enseñanza aprendizaje mediante la integración de imágenes, animaciones, sonido y simulaciones, especialmente en los temas más complejos.
- Diseño de actividades de evaluación que le permite al estudiante saber su nivel de aprendizaje, a través de la evaluación cuantitativa al final de los módulos.
- Acceso a páginas web para complementar temas específicos de química.

Las características más importantes del componente pedagógico en el material multimedia de química desarrollado en formato CD-ROM, relacionadas con la estructura y organización de la actividad conjunta de profesores y estudiantes alrededor de los contenidos, en forma de la interactividad pedagógica potencial son las siguientes:

- Diseño del modelo pedagógico de la resolución de situaciones problemáticas creativas y se centra en las dificultades de aprendizaje del estudiante.
- Formulación de objetivos de aprendizaje que orientan al estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Apoyo al educando hacia el autoaprendizaje a través de la creatividad en la secuencia y estructuración de los contenidos y la integración de la tecnología y la pedagogía.
- Actividades de enseñanza aprendizaje creativas, dinámicas, de diferente secuenciación y organización.
- Actividades de evaluación creativas, de diversos tipos, secuencias y relacionadas con el modelo pedagógico de la resolución de problemas.

### Evaluación del material didáctico multimedia desarrollado

La evaluación cualitativa que se realizó en la prueba piloto por parte de los estudiantes o usuarios respecto a la presentación de la información, aspectos de la tecnología y aspectos pedagógicos, fue satisfactoria con el 75% respecto a que estuvieron completamente de acuerdo, y de acuerdo, como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la prueba piloto que se realizó por usuarios

Número de estudiantes	Categoría en la escala de Likert	Porcentaje %
10	4 Completamente de acuerdo	60.6
2	3 De acuerdo	15.2
2	2 En desacuerdo	15.2
1	1 Completamente en desacuerdo	9.0

Las objeciones y observaciones que se presentaron por parte de los estudiantes están relacionadas con problemas técnicos de navegabilidad del material y la solicitud de otras situaciones problemáticas en los temas de estequiometría, disoluciones y equilibrio ácido base. Teniendo en cuenta estas observaciones, se

llevó a cabo la retroalimentación respectiva, haciendo los ajustes técnicos con el ingeniero de sistemas y se propusieron más problemas en los temas más complejos, incluyendo una evaluación cuantitativa al final de cada módulo, con la opción de que el alumno observara la calificación y las respuestas de cada problema.

La evaluación cualitativa en la prueba de campo, que se realizó al material didáctico multimedia revisado y corregido, respecto a la presentación de la información,

aspectos de la tecnología y aspectos pedagógicos, por la muestra de los 33 estudiantes del programa de ingeniería agronómica, se resume en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la prueba de campo que se realizó por usuarios

Número de estudiantes	Categoría en la escala de Likert	Porcentaje %
25	4 Completamente de acuerdo	75.8
5	3 De acuerdo	15.2
3	2 En desacuerdo	9.0
0	1 Completamente en desacuerdo	0.0

La mayoría de los estudiantes evaluaron satisfactoriamente el material didáctico multimedia de química, respecto a la presentación de la información, aspectos de la tecnología y aspectos pedagógicos, con el 91% referidos a que están completamente de acuerdo y de acuerdo. Algunas observaciones mencionadas por los estudiantes fueron las siguientes: el material nos motiva a leer y a comprender la química; tiene información científica y actualizada; facilita el aprendizaje; tiene links a páginas web; se hace más dinámico el estudio; tiene bastantes animaciones y es muy creativo; se instala fácilmente; me gustan las explicaciones; los ejercicios y las situaciones problemáticas son motivantes e interesantes.

La evaluación del material multimedia por parte del experto en contenidos de química, fue altamente favorable y formuló las siguientes observaciones: los contenidos están muy bien estructurados, están actualizados y tienen links a páginas web, tienen la secuencia adecuada del curso de química, son dinámicos e interactivos, motivan al estudiante, y la evaluación en el material es interesante porque es cuantitativa, permitiéndole al estudiante conocer el nivel de aprendizaje en conocimientos de química. La evaluación del componente tecnológico y pedagógico del multimedia producido, por parte del experto en material digital, registró las siguientes observaciones: la instalación y navegación son adecuadas; tiene un diseño apropiado; tiene código fuente para una posible modificación o actualización; presenta alta interactividad, con evaluación variada e interactiva; tiene objetivos de aprendizaje; el material tiene un diseño instruccional adecuado; y la evaluación cuantitativa promueve la interacción y el aprendizaje.

## Discusión

En el material didáctico multimedia de química producido, se aplicó el modelo pedagógico de la resolución de problemas, un enfoque actual diferente a la transmisión y recepción de conocimientos propio del modelo tradicional en la enseñanza de las ciencias (Campanario y Moya, 1999), que se basa en el diseño de situaciones problemáticas creativas, no de la resolución de ejercicios de tipo cerrado y de respuesta única (García, 2000), que con el apoyo de la multimedia, por ejemplo animaciones, se integran las aplicaciones y relaciones de la química con el mundo real, lo cual permite destacar la importancia y utilidad de esta ciencia.

Las dificultades conceptuales y epistemológicas de los alumnos desde la didáctica de las ciencias y específicas en química, se relacionan con la falta de diferenciación del mundo macroscópico y el microscópico (Furió & Furió, 2000; Moncaleano et al., 2003), las cuales se ilustran en animaciones, como la que se muestra en la estructura del agua sólida en forma de hielo y la estructura de las moléculas de agua líquida, la geometría molecular con el ángulo de  $104.5^\circ$  entre los átomos de oxígeno y de hidrógeno, la formación de puentes de hidrógeno y la polaridad. Otra ilustración de estas diferencias del nivel macro y microscópico, se muestra en el efecto fotoeléctrico de Einstein, en cuya animación, en una lámina de metal, objeto visible del mundo real, se expulsan electrones cuando se irradia por luz de una longitud de onda apropiada y se ilustra la existencia de los átomos y de los electrones del mundo microscópico.

En el material digital que se desarrolló, se incluyeron todos los capítulos en donde los estudiantes presentan más dificultades en el aprendizaje de la química (Figura 1) y éstos son: generalidades de la química, en esta parte se encuentran los conocimientos previos; la estructura atómica; la estequiometría; los gases; las disoluciones y el equilibrio químico (Moncaleano et al., 2003; Cárdenas, 2006), con el propósito de apoyar al estudiante en el autoaprendizaje de esta ciencia.

En los materiales multimedia educativos de (Acosta & Rondón, 2006; Rodríguez & Chacón, 2008; Betancourt et al., 2008) se aplica el modelo instruccional, se tienen en cuenta las dificultades de aprendizaje específicas en química y los niveles de diferenciación del mundo micro y macroscópico en el diseño de este tipo de software educativo, pero no se destaca el modelo pedagógico aplicado como eje moderador de esta clase de materiales, ni se integra el concepto de interactividad.

Si se considera la **interactividad** al conjunto de relaciones de actuación entre docente-contenidos-alumno, un factor clave en el desarrollo, la evaluación y en el análisis de la calidad de objetos de aprendizaje, según (Coll et al., 2008; Onrubia, 2005), se deben definir unas características mínimas del componente pedagógico y tecnológico en la producción de recursos de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje, tanto desde el diseño o planeación, como del uso real del usuario (Mauri et al., 2005), por lo que es el docente el responsable desde el diseño o planificación de la interactividad tecnológica-pedagógica potencial que puede estar presente o ausente en un material digital u objeto de aprendizaje, o que puede aportar al proceso de aprendizaje del educando a través de una propuesta bien creativa con unos contenidos dinámicos que integran la tecnología y la pedagogía.

De acuerdo con lo anterior, el análisis de los resultados de la evaluación que se realizó por parte de usuarios y expertos, muestra una coherencia entre lo planeado desde el diseño tecnológico y pedagógico potencial y la interactividad tecnológica-pedagógica real o uso efectivo de los usuarios del software educativo de química en formato CD-ROM, indicando un efecto favorable en el proceso de enseñanza y aprendizaje

de la química para los estudiantes del programa de ingeniería agronómica de la Universidad de los Llanos.

Los resultados que se obtuvieron en la evaluación cualitativa del material digital desarrollado, son satisfactorios, pero no indican nada respecto a cuanto aprendió el estudiante, por lo que se debe continuar trabajando con el fin de saber, cuáles fueron los conocimientos adquiridos con la aplicación de esta clase de recursos.

## Conclusiones

En el desarrollo de un material didáctico multimedia se debe tener en cuenta un modelo pedagógico de acuerdo con las tendencias actuales en la enseñanza de las ciencias, las dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje según las investigaciones en didáctica de las ciencias y la integración del componente pedagógico con el tecnológico, a través del diseño de la interactividad para favorecer el proceso educativo.

El modelo pedagógico de la resolución de situaciones problemáticas, se puede integrar a la multimedia con el propósito de desarrollar un material didáctico multimedia de química, mediante el diseño creativo de unos contenidos muy interactivos, en los cuales se consideren las dificultades de aprendizaje específicas de esta ciencia y se favorezca el autoaprendizaje en el alumno.

En la evaluación de un material multimedia educativo u objeto de aprendizaje en un entorno de autoaprendizaje, se debe considerar la interactividad tecnológica-pedagógica potencial y luego indagar qué se logró o qué se desarrolló de ese diseño instruccional planeado inicialmente, para saber si presentó un efecto transformador o no de las prácticas educativas en el aula de clases.

**La interactividad** es un concepto clave en el diseño de materiales digitales, que está relacionada con la forma como el docente organiza los contenidos de un objeto de aprendizaje e integra la tecnología a la pedagogía, para promover el autoaprendizaje y favorecer el proceso de formación de los educandos

Se propone la posterior evaluación del material didáctico multimedia de química producido, mediante otra investigación de tipo experimental con tratamiento

estadístico, que permita conocer los conocimientos adquiridos con la aplicación de esta clase de material digital.

## Referencias

- Acosta, V., & Rondón, Y. (2006). Desarrollo de un multimedia sobre la nomenclatura de los alcanos para la cátedra de química orgánica del Instituto Universitario de Tecnología Pascal, Cagua- Estado Aragua. *Revista Cubana de Química*, 18(2), 202-210.
- Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Barberà, E., Badia A., Colomina R., & Coll, C. (2004). *Pautas para el análisis de la intervención en entornos de aprendizaje virtual: dimensiones relevantes e instrumentos de evaluación*. Recuperado el 18 de julio de 2011 de <http://www.uoc.edu/in3/dt/esp/barbera0704.html>.
- Betancourt C., Rodríguez J., & Pujol R. (2008). Diseño y evaluación de un software educativo para el aprendizaje de las reacciones químicas con el enfoque ciencia, tecnología y sociedad. *Revista de investigación*. 64, 85-101.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*. 17(2), 179-192.
- Cárdenas, F. A. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: Caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciencia y educación*, 12(3), 333-346.
- Casas, M. (2005). Nueva universidad ante la sociedad del conocimiento. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*. UOC, 2(2):1-18. Recuperado el 28 de agosto de 2011 de <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v2n2-casas-armengol/v2n2-casas-armengol>
- Castell, M. (2000). *La era de la información*. La sociedad red. España: Ed. Alianza.
- Coll, C., Mauri. M.T., & Onrubia, J. (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación sociocultural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10(1). Recuperado el 03 de agosto de 2011 de <http://redie.uabc.mx/vol10no1/contenido-coll2.html>
- Furió, C., & Calatayud, M.L. (1996). Difficulties with the geometry and polarity of molecules: beyond misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 73, 37-41.
- Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química* 11(3), 300-308.
- Galvis, A. (1994). *Ingeniería del Software Educativo*. Bogotá: Ediciones Universidad de los Andes.
- Galvis, A. (2000). *Evaluación de materiales educativos computarizados por juicio de expertos*. En A. Galvis, Ingeniería de software educativo. Bogotá: Ediciones Universidad de los Andes.
- García, J.J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. *Enseñanza de las ciencias*. 18(1), 113-129.
- Gisbert, M., Salinas, J., Chan, M.E., & Guardia L. (2004). *Conceptualización de materiales multimedia*. España: Ed. Eureka media.
- Mauri, T., Onrubia, J., Coll, C., & Colomina, R. (2005). La calidad de los contenidos educativos reutilizables: diseño, usabilidad y prácticas de uso. *Revista de educación a distancia*, año IV. Recuperado el 12 de septiembre de 2011 de <http://www.um.es/ead/red/M2/>.
- Meyer, R. (2001). *Multimedia Learning*. USA: Ed. Cambridge University Press.
- Moncaleano, H., Furió, C., & Hernández, J. (2003). Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra, 111-118.
- Onrubia, J. (2005). Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *RED. Revista de Educación a Distancia*, número monográfico II. Recuperado el 21 de septiembre de 2011 de <http://www.um.es/ead/red/M2/>
- Pérez, G. (2004). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes*. 2 Vol. España: Ed. La Muralla.
- Pozo, J.I., & Gómez, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al Conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata S.L.
- Rubio, M. J. (2003). Enfoques y modelos de evaluación del e-learning. *Revista electrónica de investigación y evaluación educativa*, 9(2). Recuperado el 14 de noviembre de 2011 de [http://www.uv.es/RELIEVE/v9n2/RELIEVEv9n2\\_1.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v9n2/RELIEVEv9n2_1.htm)

Rodríguez S., & Chacón M. (2008). Bases teóricas y consideraciones prácticas en la elaboración de material multimedia para un curso de cálculo. *Revista electrónica Actualidades investigativas en Educación*, 8(1). Recuperado el 10 de septiembre de

2011 de <http://www.latindex.ucr.ac.cr/aie-2008-1/21-bases.pdf>

Williams P., Schrum L., Sangrá A., & Guardia L. (2004). *Modelos de diseño instruccional*. España: Ed. Eureka media.

## Sobre el autor

---

### **Santiago Valbuena Rodríguez**

Químico, Ms en E-Learning. Docente Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Villavicencio (Colombia).  
svalbuena@unillanos.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.