

ARTÍCULOS

Andrea Villamizar
Lisset Michinel

**Elaboración de un
módulo basado en
estrategias para la
comprensión de la
lectura en Química**

e

Elaboración de un módulo basado en estrategias para la comprensión de la lectura en Química

Andrea Villamizar¹
Lisset Michine²

Resumen

El objetivo de esta investigación fue elaborar un módulo de trabajo basado en un conjunto de estrategias para la comprensión de la lectura en Química. El tipo de investigación fue exploratoria y su diseño corresponde al de un Proyecto Factible. El contenido considerado fue producto, tanto de revisión bibliográfica como de entrevistas a docentes. Las lecturas diseñadas contemplaron la ejecución de estrategias cognitivas para el desarrollo del pensamiento metacognitivo. También se creó una guía para el docente con los fundamentos teóricos del trabajo y orientaciones para su aplicación. Todo el material fue validado por expertos en el área de educación, quienes lo catalogaron como pertinente y adecuado.

Palabras clave: aprendizaje significativo, comprensión de la lectura, estrategias de aprendizaje, enseñanza de la química, estequiometría.

1 Licenciada en Educación, mención Biología y Química (Universidad Católica Andrés Bello, 2012). avillamizar@gmail.com

2 Licenciada en Educación, mención Ciencias Biológicas (Universidad Católica Andrés Bello, 2002). lmichine@ucab.edu.ve

Development of a module based on strategies for reading comprehension in Chemistry

Abstract

The objective of this research was to develop a module of work based on a set of strategies for reading comprehension in Chemistry. The type of research was exploratory and it was designed as a Feasible Project. The content considered was a result of bibliographic revision as well interviews to teachers. The readings designed contemplate the execution of cognitive strategies for the metacognitive thought development. Also, was created a teacher's guide with theoretic fundamentals of work and orientations for its application. The whole material was validated by experts in education area, who evaluated it as relevant and appropriate.

Keywords: meaningful learning, reading comprehension, learning strategies, chemistry teaching, stoichiometry.

Introducción

El sistema educativo constituye el medio fundamental para lograr el aprendizaje organizado. Ahora bien, para nadie es un secreto la realidad de que muchos estudiantes, aun teniendo interés por aprender y superarse, tropiezan con una diversidad de obstáculos que dificultan e impiden el logro concreto de sus metas (Ríos, 2004). De ahí que, Lotti, Salim, Raya y Dori (2008), llamen la atención sobre el hecho de que a nivel universitario se han detectado alumnos con serias dificultades tanto en la comprensión como en la producción de textos académicos, lo que incide notablemente en su rendimiento. Realidad mucho más evidente en el área de ciencias naturales, donde el lenguaje es fundamental como medio e instrumento para construir las ideas científicas (Izquierdo y Sanmartí, 1999, citados en Iglesia, De Micheli, Donato y Otero, 2005).

Es preciso entonces considerar las causas y posibles soluciones de este hecho que tuviesen relación con el aprendizaje a través de la lectura, dado que una de las principales dificultades que enfrenta el profesorado es que sus alumnos no entienden lo que leen, y ello conlleva a que mecanicen -aún más en la universidad- los procedimientos memorísticos que han adquirido en el trayecto escolar previo (Curi, Stacul y Pellizari, 2004).

Es pertinente mencionar, tal y como lo ha hecho la Comisión de Educación ANQUE (2005), que el conocimiento de todas aquellas materias que componen el ámbito científico, especialmente el de la Química, resulta imprescindible para comprender el desarrollo social, económico y tecnológico en el que nos encontramos, así como para fomentar el espíritu crítico ante algunos de los principales problemas sociales de la actualidad.

Izquierdo, (2004) señala que la Química generalmente es considerada difícil porque es una ciencia concreta y abstracta al mismo tiempo. Concreta por cuanto se refiere a una gran diversidad de sustancias, y abstracta ya que

se fundamenta en unos “átomos” no perceptibles a simple vista. Por si fuera poco, la relación entre los cambios observados y sus explicaciones no suele resultar tan evidente, ya que se habla de los cambios químicos en un lenguaje simbólico que es muy distinto del que conoce y maneja el alumnado al transformar los materiales en la vida cotidiana. De ahí que podamos señalar como principales dificultades del estudiante al leer textos científicos, el manejo de diversos esquemas y la novedad de la prosa científica. Es decir, enfrenta obstáculos para la interpretación y estructuración de los nuevos conceptos con sus conocimientos previos. En otras palabras, no hay significado sin contexto (Reza, Ortiz, Feregrino, Dosal y Córdova, 2005).

Ahora bien, en las clases de ciencia no puede plantearse la lectura de textos como la tarea protagonista, ya que aquella en realidad forma parte del conjunto de actividades que se desarrollan en el aula; se trata entonces de desarrollar la capacidad de los alumnos para establecer las relaciones entre los conceptos expresados en un texto y los conocimientos adquiridos en situaciones previas (Sarda, Márquez y Sanmartí 2005).

Nuevamente en el caso de la Química, comentan Castelán y Hernández (2009), específicamente la *estequiometría*, resulta ser uno de los temas que presenta mayor dificultad para los estudiantes; por ello la imperiosa necesidad de enfocar la atención de los docentes en la búsqueda de estrategias que permitan la comprensión de los conceptos tanto químicos como matemáticos, relacionados con el tema. De modo que, si no se desarrollan las competencias lectoras, la información no se integra en esquemas cognitivos, y por tanto no llega a consolidarse como auténtico conocimiento efectivo y crítico (Curi y col., 2004).

Si bien es cierto que no existe una receta infalible que asegure el éxito académico, es posible considerar algunos factores para apuntar a él. Tal es el caso de la lectura comprensiva, que a su vez precisa del desarrollo y la aplicación de un conjunto de estrategias cognitivas y metacognitivas.

Enunciado del problema

En relación a lo anteriormente planteado, se pretende la elaboración de un módulo de trabajo basado en un conjunto de estrategias para la comprensión de la lectura en el área de Química.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Elaborar un módulo de trabajo basado en un conjunto de estrategias para la comprensión de la lectura en el área de Química.

Objetivos Específicos

1. Determinar el contenido programático relacionado con el tema de estequiometría
2. Seleccionar las lecturas adecuadas al contenido programático
3. Seleccionar las estrategias para la comprensión de la lectura afines al área de Química
4. Elaborar las actividades prácticas que integren las estrategias de comprensión con las lecturas adecuadas para el tema de estequiometría
5. Validar el Módulo de Trabajo por juicio de experto

Fundamentación Teórica

Aprendizaje Significativo de Ausubel: una revisión de su significado

Tomando en cuenta las implicaciones que conlleva la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría como parte fundamental de la cátedra de Química General, se considera necesario focalizar su desarrollo sobre las bases de la Psicología Cognitiva, específicamente bajo los postulados de la Teoría de Aprendizaje Significativo propuesta por Ausubel en 1963, cuya idea central, apunta Tovar (2008), es la noción de *aprendizaje significativo*, entendido éste como el proceso que ocurre cuando la nueva información presentada al sujeto se ancla o relaciona con las estructuras conceptuales previas que este posee.

Luego, para generar este tipo de aprendizaje se requiere la presencia de dos componentes (Ausubel, Novak, y Hanesian, 1986 y Rodríguez, 2004):

1. *Actitud potencialmente significativa* por parte del aprendiz, es decir, una predisposición positiva para aprender de manera significativa.

2. *Material potencialmente significativo* que requiere de: a) Ideas de anclaje o subsumidores en el sujeto que permitan la interacción con el nuevo material; b) Significado lógico y potencialmente relacionable con la estructura cognitiva del que aprende. Además, el material debe ser *no arbitrario*, esto es, con la suficiente intencionalidad como para relacionarlo conscientemente con las ideas correspondientes, y *sustantivo*, donde se relacione con la estructura cognoscitiva sin que haya cambio en su significado, es decir, el mismo concepto o proposición puede expresarse de manera sinónima y seguirá comunicando exactamente lo mismo.

Principios de la programación del Aprendizaje Significativo

Según Moreira (1997), existen cuatro principios que sirven para programar el contenido de las asignaturas bajo el enfoque del aprendizaje significativo. Estos son:

1. *Diferenciación Progresiva*: el tema o contenido es programado de manera que las ideas más generales e inclusivas sean presentadas al inicio de la enseñanza y, progresivamente, diferenciadas a lo largo de toda la instrucción.
2. *Reconciliación Integradora*: la enseñanza conlleva a explorar las relaciones entre conceptos y proposiciones, señalar similitudes y diferencias relevantes y a reconciliar discrepancias.
3. *Organización Secuencial*: secuenciación de tópicos de manera tan coherente como sea posible según las relaciones de dependencia naturalmente existentes entre ellas, y tomando en cuenta los dos principios anteriores.
4. *Consolidación*: enfatiza el dominio de lo que se está estudiando antes de que se introduzcan los nuevos materiales, asegurando una alta probabilidad de éxito en el aprendizaje que ha sido *secuencialmente organizado*.

Enseñanza de la Química

Entre los métodos de enseñanza de la Química que según Pozo y Gómez (2000) son necesarios aplicar, se encuentra la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos así como pequeñas investigaciones. Además, existe una serie de procedimientos generales referentes a la información que se recibe, como lo son: la adquisición, interpretación, comprensión y comunicación.

Sin embargo, para efectos de este trabajo se señalará la importancia de los dos primeros, que funcionarían como el equivalente de las estrategias de aprendizaje necesarias para comprender textos de Química.

Haciendo referencia a dichos textos, tal y como lo señala Kauderer (2000) Estos suelen ser utilizados por el profesor solo como un referente, es decir, en términos coloquiales, sería lo equivalente a decir: “allí está el libro si quieren leer más sobre el tema”; o “en el libro hay otros problemas para que practiquen” y otras frases por el estilo. Una investigación realizada por Holliday (1999 citado en Kauderer, 2000) señala que un libro de texto de Química de bachillerato puede contener unas 3000 palabras desconocidas para el estudiante, y que el significado de muchas de ellas no lo encontrará en un diccionario común. Si a esto se le suma que posiblemente el estudiante carezca de estrategias para derivar el significado de palabras a partir del contexto, es lógico pensar que resulta más fácil escuchar la explicación del profesor -quien ya ha descifrado los significados-, hecho que favorece el enfoque tradicional de enseñanza a la cual está sujeta la Química (Pozo y Gómez, 2000).

De esta manera, resulta notoria la necesidad que se presenta en relación a la creación de textos en el área la Química que contribuyan desde su diseño, estructura y utilización, con los componentes del cambio conceptual propios de esta disciplina.

Estequiometría como campo de estudio. Implicaciones conceptuales.

La estequiometría (del griego *stoicheion* “elemento” y *metron* “medida”) es la “rama de la Química que evalúa los resultados de las mediciones cuantitativas en relación a los compuestos y reacciones químicas” (Schmidt y Jiqnéus, 2003: 2). Para su auténtica comprensión es fundamental el dominio del lenguaje químico, especialmente el referido al manejo adecuado de la simbología necesaria al representar reacciones químicas.

En la mayoría de los problemas estequiométricos se dan como datos las cantidades de reactivos y se buscan las cantidades de los productos. Para resolver este tipo de problemas es preciso que los alumnos sepan “establecer relaciones y proposiciones, es decir, que comprendan lo que hacen y no se trate de un proceso meramente mecánico” (Castelán y Hernández, 2009: 2). Además de esto, deben conocer conceptos tales como: ecuaciones químicas, nomenclatura, mol, peso atómico, peso molecular, reactivo limitante,

composición porcentual, fórmula empírica y molecular, densidad, formas de expresión de concentraciones, relación entre masa y volumen de gases, entre otros. Así pues, los cálculos estequiométricos constituyen uno de los aspectos fundamentales para el estudio de las reacciones químicas (Pinto, 2007).

Comprender lo que se lee: definición de la capacidad lectora

Para definir el concepto de *capacidad lectora* debe realizarse la distinción entre *lectura*, como mera decodificación de las unidades que componen un texto, y *lectura* como comprensión del mismo. Leer, en esta última acepción, significa comprender, interpretar y participar en un proceso activo de recepción. La lectura, es una “actividad de razonamiento que subordina los procesos de niveles inferiores de decodificación y reconocimiento de unidades gramaticales a la comprensión e identificación de significado textual” (Amado, 2003: 8).

Por su parte, al ser fundamental en el ámbito académico, la comprensión de la lectura resulta en un fenómeno ampliamente estudiado y reseñado por una variedad de autores. Por ejemplo, Pérez (2005), la concibe como un proceso a través del cual el lector utiliza las claves proporcionadas por el autor en función de su propio conocimiento o experiencia previa para inferir el significado que este pretende comunicar. En este concepto hay que subrayar la importancia que se le otorga a las experiencias previas del lector, como vínculos de enlace para comprender las nuevas ideas.

Por su parte, Aguirre (2000), la describe como un proceso en el cual el lector construye el significado expuesto por el autor, utilizando para ello los conocimientos previos que posee sobre el tema; las pistas que le brinde el texto y una serie de estrategias y operaciones mentales.

Mientras que Díaz-Barriga y Hernández (2002) señalan que se trata de una actividad constructiva de carácter estratégico, donde interactúan las características del lector y del texto, dentro de un contexto determinado que lo sustenta.

Así, de las concepciones reseñadas se advierte que la comprensión de textos es un proceso de extracción y construcción de significados, de carácter dinámico, interactivo (relación lector-texto-autor) y estratégico, que se puede afirmar le es inherente. Tal y como apuntan Palincsar y Brown (1984), la comprensión de lo que se lee es producto de tres condiciones:

1. De las *consideraciones particulares del texto*: claridad y coherencia del contenido, tipo de estructura textual, léxico, sintaxis y cohesión interna.
2. Del grado en que el *conocimiento previo* del lector sea pertinente para el contenido del texto, al punto de facilitarle la atribución de significados.
3. De las *estrategias* que el lector utilice para intensificar la comprensión y el recuerdo de lo que lee, así como para detectar y compensar los posibles fallos de comprensión.

Estrategias de aprendizaje

El presente trabajo se ha fundamentado en la concepción y clasificación de estrategias propuestas por los siguientes autores:

Díaz-Barriga y Hernández que definen las estrategias como los “procedimientos (pasos, operaciones o habilidades) utilizados de manera reflexiva y flexible con el fin de promover el aprendizaje significativo.” (Díaz-Barriga y Hernández, 2002:141). Y, a su vez, las clasifican según:

Su momento de aplicación:

- Pre-instruccionales: *al inicio* de la instrucción, preparan y alertan en relación con lo que se va a aprender (objetivos, organizadores gráficos)
- Co-instruccionales: *durante* el proceso de instrucción, fomentan el aprendizaje comprensivo (ilustraciones, analogías, preguntas insertadas, señalizaciones, mapas y redes conceptuales).
- Post-instruccionales: *al finalizar* el proceso de instrucción, a modo de síntesis integradora y valorativa del propio aprendizaje. (resúmenes, organizadores gráficos, preguntas para la comprensión)

Su función:

- Activar o generar conocimientos previos: desarrollan las expectativas adecuadas otorgando un valor funcional al aprendizaje (actividad focal introductoria, discusión guiada, objetivos, “lluvia de ideas”).
- Orientar y guiar la atención y el aprendizaje: mantienen la atención durante el proceso de la instrucción (señalizaciones, preguntas insertadas).
- Mejorar la codificación de la información nueva: enriquecen la nueva información otorgándole mayor contextualización (ilustraciones, gráficas, preguntas insertadas).

- Organizar la nueva información: proporcionan una nueva forma de organización al material por aprender para mejorar su significatividad lógica (resúmenes, mapas y redes conceptuales, cuadros sinópticos, cuadros comparativos).
- Promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información: mejoran las conexiones entre la información previa y la nueva, asegurando una mayor significatividad de los aprendizajes (organizadores previos, analogías, estudio de casos).

Por su parte, Poggioli (2009), define las estrategias como un “conjunto de actividades, métodos o procedimientos mentales -conscientes o no-, utilizados para adquirir, retener y evocar diferentes tipos de conocimientos, lograr objetivos, influir en la forma de procesar la información y lograr aprender.” (Pág. 48) La clasificación, en su caso, viene determinada por la función general:

- De adquisición de conocimiento: codifican, almacenan, recuperan o evocan información. Se subdividen en estrategias de ensayo (repetir, practicar, enumerar, enunciar y organizar), de elaboración (imaginaria o verbal; deducir significados del contexto, parafrasear, resumir, identificar estructura textual, analogía) y de organización (esquemas, mapa de conceptos, red semántica).
- De estudio y ayudas anexas: focalizan la atención y transfieren el material a la memoria de trabajo (toma de notas, subrayado, preguntas anexas, ilustraciones).
- Para la resolución de problemas: representan datos con el fin de transformarlos en meta y obtener soluciones (métodos heurísticos, algoritmos).
- Metacognoscitivas: contemplan actividades autorreguladoras para controlar los propios procesos de pensamiento y aprendizaje (planificación, supervisión, evaluación).
- Afectivas y motivacionales: desarrollan la disposición para aprender (captar y mantener la atención, desarrollar la confianza, generar satisfacción).

De ambas definiciones y sus respectivas clasificaciones, se puede señalar que las estrategias contemplan una serie de procedimientos que influyen

directamente en la forma en *cómo* se aprende y *qué* información se aprende, razón por la cual su aprendizaje resulta esencial.

De la metacognición y su relación con la comprensión de la lectura

El concepto de la metacognición aparece por primera vez en 1975, propuesto por Flavell como el conocimiento, dominio y regulación que tiene un sujeto sobre sus propios procesos cognoscitivos (Poggioli, 2009). Se sabe que estamos ante un estudiante metacognitivo cuando tiene conciencia de sus procesos y estrategias de aprendizaje y, a la vez, ha desarrollado habilidades para su control y regulación (Poggioli, 2009). La metacognición comprende entonces tres grandes procesos: la *planificación* (antes de abordar la tarea), que implica la selección de las estrategias adecuadas; la *supervisión* (durante la ejecución de la tarea), que conlleva a la verificación y revisión tanto de las estrategias como de las acciones; y la *evaluación* (después de finalizar la tarea), que contempla la valoración o apreciación tanto de los procesos ejecutados como de los resultados obtenidos. (Poggioli, 2009).

Ahora bien, en relación con la lectura comprensiva, Díaz-Barriga y Hernández (2002), señalan como características de un buen lector, en primer lugar, que sea capaz de utilizar activamente su conocimiento previo y, en segundo lugar, que logre seleccionar y emplear estrategias de lectura pertinentes, de manera flexible y autorregulada. De esta manera se pone de manifiesto la evidente relación entre la metacognición y el proceso de comprensión de la lectura, de tal manera que llegan a conjugarse en un solo proceso puesto que, si el lector eficaz es el que utiliza estrategias pertinentes de manera autorregulada y el metacognitivo es el que conoce cuáles son sus estrategias y a la vez las regula, entonces es posible concluir que a la auténtica comprensión de un texto le es inherente la metacognición.

Metodología de la investigación

La presente investigación se concibe bajo un enfoque cualitativo, fundamentada en un proceso inductivo e interpretativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). Además, su naturaleza corresponde a la de un Proyecto Factible, ya que mediante su realización se planteó la elaboración y desarrollo de un módulo de trabajo que aborda la comprensión de textos científicos en el área de la Química, específicamente en el tema de estequiometría, basándose en el uso de estrategias para su lectura. En otras palabras, se consideró como

la propuesta de un modelo operativo viable, que condujo al desarrollo de un material instruccional (UPEL, 2006).

Procedimiento

1. Diagnóstico: determinación del contenido programático relacionado con el tema de estequiometría.
 - a) Revisión del programa de la cátedra de *Química General I* dictada en la carrera de Educación, mención Biología y Química, UCAB, a fin de identificar en detalle los contenidos contemplados.
 - b) Revisión del contenido programático presente en la bibliografía: se revisó el contenido de seis fuentes bibliográficas (Ver tabla 1), cinco de las cuales corresponden a textos universitarios.

Libro A	Whitten, K.; Davis, R. y Peck, M. (1998) <i>Química General</i> . Quinta edición. McGrawHill: España.
Libro B	Burns, R. (2003). <i>Fundamentos de química</i> . Cuarta edición. Pearson Educación: México.
Libro C	Umland, J. y Bellama, J. (2000) <i>Química general</i> . Tercera edición. International Thomson Editores: México.
Libro D	Brown, T.; LeMay, H. y Burdge, J. (2004) <i>Química La Ciencia Central</i> . Novena Edición. Pearson Educación: México.
Libro E	González, O.; Márquez, P.; Pérez, J. y Pérez, C. (2010). <i>Estequiometría</i> . CENAMEC. Ministerio del Poder Popular para la Educación. Venezuela
Libro F	Chang, R. (1999) <i>Química</i> . Sexta edición. McGrawHill: México.

Tabla 1. Detalle de las fuentes bibliográficas utilizadas para la selección de los contenidos relacionados con el tema de la estequiometría.

- c) Elaboración de las entrevistas a docentes del área, conformada por cuatro preguntas, según la tipología de Grinnell (1997) citado en Hernández y col. (2006):
 - Dos de ellas del tipo estructural, ya que buscaban formar una lista de conceptos a manera de conjuntos o categorías:

Pregunta 2.- ¿Qué contenidos del tema “Estequiometría” se deberían abarcar en un curso de Química General y en qué orden?

 - Pregunta 4.- ¿Cuál es la metodología utilizada por usted al momento de dar el tema de Estequiometría?

Las otras dos son del tipo general, ya que parten de un planteamiento global para abordar el tema:

- Pregunta 1.- De todo el contenido programático de la cátedra de Química General, ¿qué tema considera usted es el que presenta mayor relevancia; que pudiese considerarse como base para el posterior desempeño del estudiante?
 - Pregunta 3.- Específicamente en el tema de Estequiometría, ¿incluye lecturas de textos expositivos?
- d) Selección del contenido para el módulo de trabajo: en base a los contenidos comunes obtenidos de la revisión bibliográfica y de las entrevistas realizadas (a seis docentes), se seleccionaron aquellos que conformarían el cuerpo del módulo de trabajo.
2. Diseño: descripción del proceso de elaboración de todo el material.
- a) Selección de los objetivos relacionados con el contenido: en base al contenido organizado por secciones, se establecieron objetivos que fomentaran los tres tipos de aprendizaje significativo, propuestos por Ausubel y col. (1986), a saber: el representacional, el conceptual y el proposicional.
- b) Elaboración de las lecturas: fueron construidas utilizando una amplia gama de textos, a excepción de aquellas en las que se señala reproducción textual, siempre con fines didácticos. Las lecturas, al igual que los objetivos, se fundamentan en los principios de la programación del aprendizaje significativo propuestos por Moreira (1997).
- c) Elaboración de las actividades metacognoscitivas con inclusión de las estrategias de aprendizaje: en cada una de las secciones se detallaron las fases para una comprensión metacognitiva (el antes, el durante y el después). Teniendo en cuenta estos momentos de aprendizaje y las características propias de cada texto, se incluyeron las estrategias específicas.
- d) Elaboración de una guía para el docente: se precisó la elaboración de una guía específicamente para el docente de la cátedra de Química General, que sirviera tanto como fundamento teórico de los módulos, como para ofrecer orientaciones sobre su aplicación y uso efectivo.

- e) Elaboración del material en físico: para el diseño y elaboración de los tres módulos y la guía para el docente se hizo uso del programa Microsoft Office Publisher 2003, ya que brinda la opción de diseñar publicaciones tipo guía.
3. Validación: requirió de la elaboración de un instrumento para docentes del área de Química, los cuales fueron seleccionados de manera intencional en cuanto a su experiencia en el aula con el tema de la estequiometría.

Resultados y análisis

1. Diagnóstico

- a) Revisión del programa de la cátedra de **Química General I** dictada en la carrera de Educación, mención Biología y Química, UCAB, en el cual se evidencia el tema de la estequiometría como una Unidad completa, lo que sin duda resalta la importancia de dicho contenido.

Programa de <i>Química General I</i> de la Escuela de Educación mención Biología y Química. Universidad Católica Andrés Bello	
Unidad I Teoría Atómica	Origen de la teoría atómica / Naturaleza eléctrica de la materia/ Descubrimiento del electrón y el protón / Modelo de Thomson Modelo de Rutherford / Modelo de Bohr / Modelo Cuántico
Unidad II Tabla Periódica	Estructura electrónica / Tabla Periódica / Propiedades Periódicas
Unidad III Nomenclatura	Nomenclatura de óxidos, ácidos, bases y sales.
Unidad IV Enlaces	Enlace iónico y covalente / Polaridad / Geometría molecular
Unidad V Estequiometría	Fórmula empírica y molecular / Estequiometría de sustancias: mol, masa molecular, número de Avogadro / Estequiometría de reacciones: relaciones mol-mol, masa-masa, volumen-volumen y relaciones combinadas.
Unidad VI Estados de agregación de la materia	Gases / Teoría cinética-molecular / Ecuación de estado / Estequiometría en reacciones homogéneas / Líquidos / Diagrama de fases / Equilibrio líquido vapor / Sólidos / Redes cristalinas / Sólidos amorfos/ Equilibrio sólido-líquido

Tabla 2. Detalle del programa de Química General I de la Escuela de Educación mención Biología y Química, UCAB.

b) Revisión del contenido programático presente en la bibliografía:

	Sección del libro relacionada con el tema de la estequiometría
Libro A	Capítulo 2: Fórmulas químicas y estequiometría de composición
	Capítulo 3: Ecuaciones químicas y estequiometría de reacción
Libro B	Capítulo 11: Estequiometría: cálculos con base en ecuaciones químicas
Libro C	Capítulo 3: Estequiometría
Libro D	Capítulo 3: Estequiometría: cálculos con fórmulas y ecuaciones químicas
	Capítulo 4: Reacciones acuosas y estequiometría de disoluciones
Libro E	Todo el libro
Libro F	Capítulo 3: Relaciones de masa en las reacciones químicas

Tabla 3. Descripción de los capítulos relacionados con el tema de estequiometría por libro consultado.

Al realizar la extracción de los contenidos detallados en cada uno de estos capítulos, se obtuvo una primera visión, producto de la puesta en común de aquellos temas relativos a la estequiometría. (Ver Tabla 4).

Contenidos	Libro A	Libro B	Libro C	Libro D	Libro E	Libro F
Teoría atómica de Dalton. Átomo y partículas fundamentales. Número atómico. Molécula	X					
Fórmula química. Fórmula estructural. Ley de las proporciones definidas	X		X		X	
Iones y compuestos iónicos	X					
Peso atómico	X					
Peso fórmula. Peso molecular	X			X		X
Mol. Número de Avogadro. Masa molar	X	X		X	X	X
Composición porcentual			X			X
Fórmula empírica. Fórmula molecular. Ley de las proporciones múltiples.	X		X	X		X
Ecuaciones químicas. Ley de la conservación de la materia.	X		X	X	X	X

Tipos de reacciones químicas				X	X	
Reactivo limitante y en exceso	X	X	X	X	X	X
Porcentaje de rendimiento teórico y real	X	X	X	X	X	X
Concentración de soluciones	X			X		
Titulaciones	X			X		
Cambios de energía en las reacciones químicas		X				
Reacciones de precipitación. Reacciones de ácido-base. Reacciones redox				X		

Tabla 4. Contenidos comunes relacionados con estequiometría reseñados en la literatura consultada.

Considerando aquellos contenidos comunes (por lo menos en tres de los seis libros consultados), obtuvimos los primeros potenciales contenidos relacionados con el tema de la estequiometría:

Contenidos estequiométricos comunes reseñados en las fuentes bibliográficas
<ul style="list-style-type: none"> • Fórmula química. Fórmula estructural. Ley de las proporciones definidas. • Peso fórmula. Peso molecular. • Mol. Número de Avogadro. Masa molar. • Fórmula empírica. Fórmula molecular. Ley de las proporciones múltiples. • Ecuaciones químicas. Ley de la conservación de la materia. • Reactivo limitante y en exceso. • Porcentaje de rendimiento, teórico y real.

Tabla 5. Contenidos estequiométricos seleccionados a partir de la bibliografía.

c) Elaboración de las entrevistas a docentes del área:

- Como respuesta a la *Pregunta 1* el tema de mayor relevancia entre los contenidos de la cátedra de Química señalado por los seis docentes fue el de la Estequiometría.

Pregunta 1: <i>De todo el contenido programático de la cátedra de Química General ¿Cuál tema considera usted es el que presenta mayor relevancia; que pudiese considerarse como base para el posterior desempeño del estudiante?</i>	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Tabla periódica	X					X
Estequiometría	X	X	X	X	X	X
Teoría atómica		X				X
Soluciones		X				
Nomenclatura química					X	
Formulación de compuestos					X	

Tabla 6. Temas considerados por el cuerpo docente como los más relevantes para una cátedra de Química General

Como respuesta a la *Pregunta 2* se obtuvo:

Pregunta 2: <i>¿Qué contenidos del tema “Estequiometría” se deberían abarcar en un curso de Química General?</i>	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Definición de reacción química	X					
Diferencia entre procesos físicos y químicos	X					
Nomenclatura	X	X		X		
Tipos de reacciones químicas	X	X	X			X
Transformaciones gramos – mol	X					X
Definición de mol/cálculos/importancia	X				X	X
Porcentaje de pureza, porcentaje de rendimiento, rendimiento real y rendimiento teórico.	X	X	X			X
Reactivo limitante	X	X	X		X	X
Ley de la conservación de la masa de Dalton		X	X		X	
Balaceo de reacciones	X	X	X		X	X
Relaciones estequiométricas de reactivo a producto			X	X	X	X
Fórmula empírica			X			X
Fórmula molecular			X			X

Definición de elemento químico						X
Valor relativo y absoluto					X	X

Tabla 7. Contenidos considerados por el cuerpo docente para abarcar el tema de estequiometría

Nuevamente se consideraron aquellos contenidos comunes (por lo menos en tres de los seis docentes consultados), y así se obtuvieron los segundos potenciales contenidos relacionados con el tema:

Contenidos estequiométricos comunes extraídos de la experiencia docente
<ul style="list-style-type: none"> • Nomenclatura • Tipos de reacciones químicas; • Definición de mol/cálculos/importancia; • Porcentaje de pureza, porcentaje de rendimiento, rendimiento real y rendimiento teórico; • Reactivo limitante; • Ley de la conservación de la masa de Dalton; • Balanceo; • Relaciones estequiométricas de reactivos a productos.

Tabla 8. Contenidos estequiométricos seleccionados en base a los reseñados por el cuerpo docente.

- En la *Pregunta 3* se les interrogó sobre el hecho de utilizar lecturas de textos expositivos específicamente para el tema de estequiometría, ante lo cual todos los docentes entrevistados contestaron de manera afirmativa, incluso señalaron ejemplos de ellos como *Química, la ciencia central*, de Brown; *Química*, de Chang y *Química*, de Mortimer, entre otros.
- En la *Pregunta 4* debían indicar la metodología utilizada por ellos al momento de dar el tema de la estequiometría, pero todos los docentes incluyeron en esta respuesta nuevamente los contenidos mencionados en la pregunta dos y muy poca o ninguna información sobre su metodología. Sin embargo, se destacan los siguientes aspectos: a) Dos de los seis docentes afirmaron comenzar el tema partiendo de una introducción; b) Solo uno hizo mención a los conocimientos previos de sus alumnos y a la consideración que hace de ellos antes de comenzar su clase, mientras que otro afirmó tomar en cuenta el nivel de sus alumnos para determinar el tipo de desarrollo del tema; c) Solo uno de ellos hizo referencia explícita al uso del libro de texto en la descripción de su metodología (además señaló -en su respuesta a la pregunta 3- que si se trataba de un grupo pequeño

utilizaba directamente el libro de texto, pero con grupos muy numerosos elaboraba una guía de lectura en base a varios textos).

d) Selección del contenido para el módulo de trabajo: cotejando ambas fuentes (libros de texto y experiencia de los docentes, Tabla 5 y Tabla 8, respectivamente), se ve una vez más que no en todos los casos encontramos similitud exacta, siendo así que hay algunos contenidos señalados por los libros que no necesariamente fueron mencionados por los docentes y viceversa.

Todos los contenidos	Contenidos por libros	Contenidos por docentes
Fórmula Química	X	
Fórmula estructural	X	
Ley de las proporciones definidas	X	
Peso fórmula	X	
Peso molecular	X	X
Ley	X	X
Mol	X	X
Número de Avogadro	X	
Masa molar	X	X
Fórmula empírica	X	
Fórmula molecular	X	
Ley de proporciones múltiples	X	
Ecuación química	X	X
Ley de la conservación de la materia	X	X
Reactivo limitante	X	X
Porcentaje de rendimiento teórico y real	X	X
Nomenclatura		X
Tipos de reacciones químicas	X	X
Porcentaje de pureza		X
Balanceo		X
Relaciones estequiométricas de reactivo a productos		X

Tabla 9. Cotejo de los contenidos estequiométricos obtenidos de los libros y de la experiencia docente

Con base en lo anterior se presentan los contenidos seleccionados y distribuidos en los tres módulos:

	Descripción de contenidos
Módulo 1	<p>Sección 1: Teoría Atómica de la materia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Origen de la concepción de átomo - Principio de la conservación de la masa, A. Lavoisier. - Ley de las proporciones fijas, J. Proust. - Ley de las proporciones múltiples y Teoría Atómica, J. Dalton. - Contribución de D. Mendeléyev. <hr/> <p>Sección 2: Estructura del átomo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelo atómico de J. Thomson. - Experimento y modelo atómico de E. Rutherford. - Modelo atómico de N. Bohr. - Aporte de L. de Broglie. - Modelo atómico de Schrödinger. - Aporte de W. Heisenberg. - Contribución de F. Aston. - Aporte de J. Chadwick - Modelo estándar actual, M. Gell-Mann y G. Zweig. - Nociones fundamentales de la estructura atómica (número másico, número atómico, isótopos, peso atómico)
Módulo 2	<p>Sección 1: Clasificación, propiedades y cambios de la materia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clasificación de la materia (sustancias: elementos y compuestos y mezclas: homogéneas y heterogéneas) - Propiedades de la materia: extensivas e intensivas (éstas últimas a su vez divididas luego en propiedades físicas y químicas) - Cambios que sufre la materia: físicos y químicos <hr/> <p>Sección 2: Fórmula química y ecuación química</p> <ul style="list-style-type: none"> - Símbolos químicos - Fórmula empírica, fórmula molecular y fórmula estructural - Ecuación química y sus partes (reactivos, productos, subíndice, coeficiente...) - Balanceo de las ecuaciones químicas. Importancia.

Módulo 3	<p>Sección 1: Número de Avogadro y el mol</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nacimiento de la estequiometría, J. Richter. - Choque entre el paradigma equivalentista y el atomista. - Ley de los volúmenes de combinación, J. Gay-Lussac. - Contribución de A. Avogadro. - Congreso de Karlsruhe, contribución de S. Cannizzaro. - Concepto de mol, W. Ostwald. - Concepto de cantidad de sustancia. - Número de Avogadro. - Nociones a considerar para los cálculos estequiométricos (masa atómica, peso atómico, peso fórmula o peso molecular y masa molar).
	<p>Sección 2: Relaciones cuantitativas, reactivo limitante, rendimiento y reacciones básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relaciones cuantitativas a partir de una ecuación química (mol-mol y masa-mol) - Reactivo limitante y en exceso. - Rendimiento de una reacción - Patrones generales de reactividad química (de formación o síntesis, de descomposición, de desplazamiento o sustitución simple, de doble sustitución y de combustión)

Tabla 10. Detalle de los contenidos seleccionados para conformar el cuerpo de las unidades didácticas.

La distribución de los contenidos manifiesta dos de los principios de programación propuestos por Moreira (1997) en relación con el aprendizaje significativo:

- *Diferenciación progresiva*, ya que se parte de una idea general e inclusiva, y luego a lo largo del proceso de instrucción se consideran otras más elaboradas que permiten llegar a la diferenciación de aquel.
- *Organización secuencial*, dado que los tópicos han sido secuenciados de la forma más coherente posible tomando en cuenta las relaciones entre ellos; por ejemplo, antes de estudiar los tipos de reacciones básicas (Módulo 3 - Sección 3), es preciso conocer la información que ofrecen las ecuaciones químicas (Módulo 2 - Sección 2) y entender lo que estas realmente representan: un cambio químico (Módulo 2 - Sección 1)

2. Diseño

- a) Selección de los objetivos relacionados con el contenido:

	Sección	Objetivos
Módulo 1	Sección 1: Teoría Atómica de la materia	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualizar en espacio y tiempo el desarrollo de la teoría atómica. - Identificar los personajes claves en el desarrollo de la teoría atómica. - Describir las contribuciones de cada uno de los personajes claves en el desarrollo de la teoría atómica. - Elaborar una valoración justificada de la teoría atómica.
	Sección 2: Estructura del átomo	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualizar en espacio y tiempo el desarrollo de la estructura atómica. - Identificar los personajes claves en el desarrollo de la estructura atómica. - Describir las contribuciones de cada uno de los personajes claves en el desarrollo de la estructura atómica. - Describir el modelo estándar actual del átomo. - Señalar las características de las partículas subatómicas (electrón, protón y neutrón) en cuanto a su masa y carga.
Módulo 2	Sección 1: Clasificación, propiedades y cambios de la materia	<ul style="list-style-type: none"> - Describir la clasificación de la materia. - Distinguir un elemento de un compuesto. - Distinguir una molécula de un ión. - Distinguir una mezcla homogénea de una heterogénea. - Diferenciar una sustancia de una mezcla. - Describir las propiedades intensivas de la materia (propiedades físicas y propiedades químicas) - Diferenciar las propiedades intensivas de las extensivas. - Definir los cambios que operan en la materia (cambios físicos y cambios químicos)
	Sección 2: Fórmula química y ecuación química	<ul style="list-style-type: none"> - Describir las formas de representar elementos y compuestos. - Establecer diferencias entre fórmula empírica, molecular y estructural. - Definir ecuación química y su relación con la reacción química. - Identificar las partes de una ecuación química y lo que representan. - Relacionar el balanceo de la ecuación química con la ley de la conservación de la masa.

Módulo 3	<p>Sección 1: Número de Avogadro y el mol</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualizar en espacio y tiempo la aparición y desarrollo del concepto <i>mol</i>. - Identificar los personajes claves en el desarrollo del concepto mol. - Describir los aportes de cada uno de los personajes claves en el desarrollo del concepto mol. - Definir cantidad de sustancia, número de Avogadro y mol, señalando las relaciones entre ellos. - Establecer comparaciones que permitan clarificar la magnitud del número Avogadro. - Señalar la relación existente entre masa atómica y peso formular o molecular. - Definir masa molar y su relación con el peso formular o molecular.
	<p>Sección 2: Relaciones cuantitativas, reactivo limitante, rendimiento y reacciones básicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Describir relaciones cuantitativas (mol-mol y masa-mol) - Explicar la finalidad del factor de conversión en las relaciones estequiométricas. - Ejemplificar, a través de problemas verbalizados, relaciones cuantitativas (mol-mol y masa-mol) - Definir los conceptos de reactivo limitante y en exceso. - Identificar, mediante un problema verbalizado, el reactivo limitante de una reacción. - Valorar mediante ejemplos cotidianos la importancia del reactivo limitante. - Diferenciar el rendimiento teórico del rendimiento real. - Describir patrones básicos de reactividad química.

Tabla 11. Detalle de los objetivos seleccionados por cada módulo y en cada sección

- b) Elaboración de las lecturas:** una para cada sección y todas bajo los principios de *diferenciación progresiva* y *organización secuencial*, dado que como se ha mencionado anteriormente, las lecturas nacieron de los contenidos (que también se fundamentaron en dichos principios). Pero además contempla otro principio: el de *reconciliación integradora*, ya que en las mismas se establecen relaciones entre conceptos y proposiciones.
- c) Elaboración de las actividades metacognoscitivas con inclusión de las estrategias de aprendizaje:** contempló la señalización explícita en cada una de las secciones que componen los módulos, las fases para una comprensión metacognitiva.

d) Elaboración de una guía para el docente: aun tendiendo ambos componentes para lograr un aprendizaje significativo, la presente tarea perdería toda potencialidad de ser significativa si el docente encargado de la cátedra no domina el tema de las estrategias de aprendizaje y su relación con la lectura metacognitiva. Por esta razón, se realizó la Guía para el docente, que contempló:

- Sección 1: importancia de la lectura y sus beneficios
- Sección 2: aspectos esenciales del aprendizaje significativo
- Sección 3: aspectos relativos a la enseñanza de la química
- Sección 4: presentación de las estrategias de enseñanza

3. Validación:

El instrumento elaborado permitió recoger información sobre la pertinencia de cada uno de los apartados considerados en las unidades didácticas, así como la claridad de la redacción en general. La escala utilizada para evaluar cada apartado se expresa en la siguiente tabla:

Valor numérico	Escala	Descripción
1	No pertinente	La información ofrecida no es pertinente.
2	Escasamente	Existe <i>escasa pertinencia (25%)</i> de la información ofrecida.
3	Indeciso	<i>Solamente el 50%</i> de la información ofrecida es pertinente.
4	Probablemente	La información ofrecida es <i>parcialmente pertinente</i> .
5	Definitivamente	La información ofrecida es <i>totalmente pertinente</i>

Tabla 12. Detalle de la escala utilizada en el instrumento de validación

Según esta escala, los resultados arrojaron una valoración de total pertinencia para cada apartado considerado.

Apartado evaluado	Valoración
Presentación (ubicada en la segunda página de cada módulo)	Definitivamente pertinentes y con redacción totalmente clara.
Objetivos relacionados con el contenido	
Objetivos relacionados con las estrategias	
Introducción a cada sección	
Lecturas de cada módulo	
Actividades propuestas en “El antes...”	
Actividades propuestas en “El durante...”	
Actividades propuestas en “El después ...”	
Actividad de cierre de cada módulo	
Contenido expuesto en la Guía para el Docente	

Tabla 13. Valoración aportada por los expertos

Conclusiones

- Las lecturas resultaron pertinentes para abordar el tema de la estequiometría en un curso de Química General, por cuanto fueron producto de la extracción de los contenidos más relevantes señalados tanto por la bibliografía como por los docentes del área entrevistados. Además demostraron estar organizadas bajo los principios de programación que fomentan un aprendizaje significativo.
- La selección de estrategias de aprendizaje aplicables a un texto de química viene dada tanto por las características propias del tipo de texto, como por el efecto esperado en el estudiante.
- El material fue calificado como excelente por parte de los expertos, quienes destacaron la total pertinencia de los objetivos y de las lecturas. Además señalaron que la redacción, tomando en cuenta el nivel de la audiencia a la que va dirigido el material, era lo suficientemente clara.

Recomendaciones

- Se sugiere la aplicación del material diseñado a una población de estudiantes del primer año o primer y segundo semestre de Química General, a fin de evaluar su eficacia para el aprendizaje significativo de

- la estequiometría a través de la lectura comprensiva y la aplicación de estrategias.
- La realización de módulos de trabajo cuyo eje sea la lectura metacognitiva de textos expositivos. A su vez se exhorta a realizarlos, sobre todo, en las materias correspondientes a los primeros años (o semestres) de la carrera, dado que el aprendizaje de cualquier estrategia requiere tiempo y entrenamiento.
 - Ofrecer algún tipo de actualización sobre temas como *estrategias de aprendizaje o metacognición y lectura*, al cuerpo docente en general, y a los que ejercen en los primeros años (o semestres) en particular.

Bibliografía

- Aguirre, R. (2000). "Dificultades de aprendizaje de la lectura y la escritura". *Educere*. [Revista en línea], (11). Disponible: http://www.oei.es/fomentolectura/dificultades_aprendizaje_lectura_escritura_aguirre.pdf [Consultado: 2008, julio 13]
- Amado, J. (2003). *El lenguaje científico y la lectura comprensiva en el área de Ciencias*. España: Gobierno de Navarra.
- Ausubel, D.; Novak, J. y Hanesian, H. (1986). *Psicología Educativa*. México: Trillas.
- Castelán, M. y Hernández, G. (2009). "Estrategia didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías". X Congreso Nacional de Investigación Educativa. México. Disponible: <http://www.comie.org.mx/congreso/memoria/v10/pdf/carteles/1398-F.pdf> [Consulta: 2009, noviembre 12]
- Comisión de Educación ANQUE. (2005) "La enseñanza de la física y la química". *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. [Revista en línea], 2(1). Disponible: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/920/92020110.pdf> [Consulta: 2009, Enero 27]
- Curi, S.; Stacul, C. y Pellizzari, E. (2004). "Problemas de lecto-comprensión de textos expositivos de tipo teórico-científico que obstaculizan el aprendizaje. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas". Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. [Documento en línea]. Disponible:

<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/9-Educacion/D-020.pdf>

[Consulta: 2008, junio 12]

Díaz-Barriga, F., y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2da edición. México: McGraw-Hill Interamericana.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición. México. McGraw Hill

Iglesia, P.; De Micheli, A.; Donato, A. y Otero, P. (2005) “Análisis de producciones escritas de alumnos ingresantes a la universidad”. *Enseñanza de las Ciencias*. [Revista en línea], Número extra. Disponible: http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuniorales/4_Procesos_comuni/4_1/iglesia_894.pdf [Consulta: 2008, mayo 17]

Izquierdo, M. (2004). “Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar”. *The Journal of the Argentine Chemical Society*. [Revista en línea], 92(4/6). Disponible: <http://www.scielo.org.ar/pdf/jacs/v92n4-6/v92n4-6a13.pdf> [Consulta: 2009, Enero 27]

Kauderer, M. (2000). “De la Química que enseñamos a la que queremos enseñar”. En: *Enseñar ciencias naturales, reflexiones y propuestas didácticas*. Argentina: Editorial Paidós.

Lotti, M.; Salim, R.; Raya, F. y Dori, M. (2008). “Una experiencia de formación docente sobre lectura comprensiva de textos científicos”. *Revista Iberoamericana de Educación*. [Revista en línea], 3(45). Disponible: <http://www.rieoei.org/expe/2023Santos.pdf> [Consulta: 2008, octubre 20]

Moreira, M. (1997). “Aprendizaje significativo: un concepto subyacente”. *Actas del encuentro internacional sobre aprendizaje significativo*. Burgos, España. 19-44. [Documento en línea] Disponible: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf> [Consultado: 2010, enero 14]

Palincsar, A. y Brown, L. (1984). “*Reciprocal teaching of comprehension fostering and comprehension monitoring activities*”. [Documento en línea] Disponible en: http://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Courses_Folder/ED%20261%20Papers/Palincsar%20Reciprocal%20Teaching.pdf [Consulta: 2011, septiembre 28]

- Pérez, M. (2005). "Evaluación de la comprensión lectora: dificultades y limitaciones. *Revista de Educación*. [Revista en línea], Número extraordinario". Disponible: http://www.oei.es/fomentolectura/evaluacion_comprension_lectora_dificultades_perez.pdf [Consulta: 2008, Mayo 17]
- Pinto, G. (2007). "Cálculos de estequiometría aplicados a problemas de la realidad". Grupo de innovación educativa de didáctica de la química. Universidad Politécnica de Madrid. [Documento en línea], Disponible en: http://www.murciencia.com/UPLOAD/COMUNICACIONES/calculos_estequiometria_aplicados.pdf
- Poggioli, L. (2009). *Estrategias de adquisición de conocimientos*. Serie enseñando a aprender. 4ta edición. Venezuela: Fundación Empresas Polar.
- Pozo, J. y Gómez, M. (2000). *Aprender a enseñar ciencia*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Reza, J.; Ortiz, L.; Feregrino, V.; Dosal, M. y Córdova, J. (2005). "Cognición y hermenéutica en química". *Enseñanza de las Ciencias*. [Revista en línea] Disponible: <http://ensciencias.uab.es/congres2005/htm/aa.htm> Consulta: 2008, junio 18]
- Ríos, P. (2004). *La aventura de aprender*. Cuarta Edición. Caracas, Venezuela: Editorial Texto.
- Rodríguez, M. (2004). "La teoría del aprendizaje significativo". *Centro de Educación a distancia. Santa Cruz de Tenerife*. [Documento en línea] Disponible: <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf> [Consultado: 2010, enero 14]
- Sarda, A.; Márquez, C. y Sanmartí, N. (2005). "Cómo favorecer la comprensión de textos de ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*. [Revista en línea], Número extra. Disponible: <http://ensciencias.uab.es/congres2005/htm/aa.htm> Consulta: 2008, junio 18]
- Schmidt, H. y Jiqnéus, C. (2003). "Student's strategies in solving algorithmic stoichiometry problems. *Chemistry Education Research and Practice*. [Revista en línea], 4(3), 305-317. Disponible: http://www.rsc.org/images/Fach%20paper%20final_tcm18-76278.pdf [Consulta: 2009, noviembre 12]

Tovar, J. (2008). “Modelo metacognitivo como integrador de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias y su relación con las competencias”. *Revista Iberoamericana de Educación*. [Revista digital], (46). Disponible: <http://www.rieoei.org/deloslectores/2161Tovarv2.pdf> [Consultado: 2010, enero 14]

UPEL, (2006). *Manual de trabajos de grado, de especialización y maestría y tesis doctorales*. Venezuela: Fondo Editorial UPEL.

