

## NUEVAS ESTRATEGIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA INORGÁNICA UNIVERSITARIA

Fontal, Bernardo; Contreras, Ricardo R.; Reyes, Marisela; Suárez, Trino;  
Bellandi, Fernando; Cancines, Pedro

Laboratorio de Organometálicos. Departamento de Química. Facultad de Ciencias.  
Universidad de Los Andes. Mérida – 5101 – Venezuela.  
E-mail: fontal@ula.ve / ricardo@ula.ve

### Resumen

Una dificultad encontrada por los estudiantes de Química Inorgánica es procesar información de la literatura científica. Para resolver esta dificultad se ha experimentado por nueve semestres en la asignatura Química Inorgánica II, del séptimo semestre de la Licenciatura en Química, Universidad de Los Andes, con un número de alumnos entre 7 y 23 con promedio de 15 alumnos, con una estrategia didáctica que incluye: selección, lectura crítica, análisis y síntesis de artículos recientes en Química Inorgánica. La asignatura se organiza en cuatro grandes principios que permiten aplicaciones en: a) Teorías de enlace; b) Estructura y Termodinámica; c) Cinética y d) Métodos Físicos. Cuatro artículos son seleccionados por los estudiantes, uno para cada tema, además de otros dos para presentación como Seminario y como Cartel. Se exige un análisis crítico y el uso de organizadores avanzados como mapas conceptuales, que fomentan la comprensión y el aprovechamiento para la formación del estudiante. Igualmente se visitan sitios en Internet relacionados con los cuatro temas. En general la metodología ha sido muy bien recibida por los alumnos.

### Abstract

A major difficulty for Inorganic Chemistry students is being able to process information from scientific journals. To cope with this problem, during nine semesters in the Inorganic Chemistry II course, 7th. Semester undergraduate in Chemistry School at Universidad de Los Andes, with 7 to 23 students and 15 as average enrollment, a teaching strategy has been applied that includes: selection, critical reading, analysis and synthesis of recent articles in Inorganic Chemistry. The course is organized using four general principles that allows applications in: a) Bonding theories; b) Structure and Thermodynamics; c) Kinetics and d) Physical Methods. Four journal articles are selected by the students, on these topics plus two more for a Seminar and a Poster presentation. A critical analysis is required and the use of advanced organizers such as conceptual maps that promote understanding and improvement of the student's education. Internet sites related to the four topics are likewise visited. The methodology has been well received by the students.

### Introducción

La principal dificultad encontrada por los estudiantes de Química al avanzar en su carrera es cómo procesar la información que reciben y cómo transformarla en conocimiento en forma eficaz y eficiente. La teoría constructivista [Porlan et al, 2000; Osborne et al, 1998] permite enfocar los problemas de aprendizaje y sugiere diferentes estrategias que contribuyen al desarrollo de las habilidades de pensamiento [de Sánchez, 1998; Castañeda, 1998] y a hacer más efectivo el proceso de aprendizaje. En el curso de Química Inorgánica II, del séptimo semestre de la Licenciatura en Química, en la Universidad de Los Andes, se ha venido probando durante nueve semestres un enfoque diferente en el proceso de

enseñanza-aprendizaje introduciendo algunas innovaciones en las estrategias didácticas fundamentadas en la teoría constructivista.

### Metodología

1. Se han organizado los contenidos del curso con base en cuatro principios organizadores: a) El comportamiento químico está condicionado por los electrones en el enlace químico. b) La energía está detrás de todos los procesos naturales. c) Los procesos naturales tienden a ser altamente dinámicos. d) Los métodos físicos son extensiones de los sentidos que permiten conseguir la información de la naturaleza. Estos principios guían la organización de la asignatura en los temas de aplicaciones inorgánicas en: a) Teorías de enlace; b) Estructura y Termodinámica; c) Cinética y d) Métodos Físicos.
2. El enfoque estratégico de la dinámica de clase está en: a) escoger los ejemplos basados en una visión moderna de la Química Inorgánica [Shriver et al, 1994] b) construir y organizar el conocimiento en base al conocimiento previo del estudiante y buscar las interconexiones lógicas de los conceptos utilizados.
3. Utilizar como estrategia central para el trabajo y evaluación del alumno la utilización de artículos recientes de la literatura original preferiblemente del área de Inorgánica. Durante varios semestres se han utilizado otras estrategias complementarias de evaluación con peso variable entre 12 y 20 % de la nota total: a. Debate sobre el libro mas reciente de Estado del Mundo (State of the World, Worldwatch Institute). b. Preparación de un pequeño simposio en Química Inorgánica. c. Preparación de un Portafolio sobre ejercicios y búsquedas de información realizados. d. Ejecución de ejercicios para la casa (tomados del libro de Shriver). e. Informes vía correo electrónico de sitios en Internet visitados. La asistencia al curso, con mayor peso para asistencia a los Seminarios de los compañeros, tiene un peso entre 8 y 12% de la nota total del curso.
  - 3.1. El estudiante elige personalmente cuatro artículos, enmarcados dentro de los cuatro grandes temas mencionados arriba. Su búsqueda la realiza directamente en la biblioteca, teniendo acceso a las revistas periódicas. El curso tiene una sección con un solo profesor. Esta dinámica exige una aplicación importante del profesor, especialmente para grupos mas numerosos, pues exige la lectura por parte del profesor de un número alto de artículos recientes seleccionados por los alumnos, que deben ser analizados cuidadosamente para ofrecer una retroalimentación efectiva al trabajo presentado por el estudiante.
  - 3.2. Las estrategias de cómo enfrentar eficiente y eficazmente el manejo de la información se discuten en clase al inicio del curso. Se elaboran y se explican varias herramientas útiles para organizar la información: resúmenes, diagramas, algoritmos, esquemas, mapas conceptuales, flujogramas, tablas organizativas, tablas de correlación, etc.[Miranda et al, 1995; Sambrano et al, 2001].
  - 3.3. El estudiante lee cuidadosamente, analiza y sintetiza la información presentada en los artículos y elabora un informe escrito muy sintético donde destaca su visión e interpretación del contenido, utilizando en lo posible las herramientas presentadas arriba.

---

\* En el período B1999-A2003 se analizaron 280 artículos de la literatura original, principalmente de las revistas Inorganic Chemistry, Inorganica Chimica Acta, J.Chem Soc. -Dalton y J. Phys. Chem. Durante el período de aplicación del método se han analizado más de 500 artículos.

- 3.4. El estudiante selecciona otros dos artículos para ser presentados, uno en un Seminario oral, tipo presentación en Congreso, y el otro artículo en forma de Cartel, siguiendo los criterios de presentación en un Congreso ; este cartel se expone en forma pública en la Facultad de Ciencias. Estas dos actividades son co-evaluadas y auto-evaluadas por los alumnos y forman parte de la evaluación total de la asignatura. Se utiliza una planilla de evaluación en la que se destacan como criterios: Claridad, coherencia, calidad de la presentación, uso de medios, respuestas a preguntas. La nota total de la actividad es un promedio de los puntos (escala de 0 a 20) alcanzados en todas las planillas, incluyendo la del profesor.
- 3.5. El estudiante complementa su actividad con una búsqueda en Internet de al menos cuatro sitios relacionados con cada uno de los 4 temas mencionados arriba. El análisis de los sitios es enviado vía correo electrónico en forma sintética, como por ejemplo en la forma de un mapa conceptual de la información encontrada.

En la **Figura 1** podemos observar la metodología utilizada organizada en forma de mapa conceptual, donde podemos apreciar en forma más esquemática las diversas etapas de la estrategia de enseñanza planteada.

### Resultados

1. Esta estrategia didáctica ha sido muy bien aceptada por los estudiantes. Al finalizar el curso se aplica entre los estudiantes una encuesta de evaluación sobre los diferentes aspectos y estrategias utilizadas. Sistemáticamente la evaluación del Curso por los estudiantes ha sido muy favorable (ubicación en la escala: Bueno a Excelente). Los comentarios de los estudiantes en la encuesta destacan que las estrategias utilizadas les permite familiarizarse con las fuentes de información en el área de Química Inorgánica y adquirir eficiencia y eficacia en el manejo de esa información. La mayoría opina que esta evaluación centrada en la aplicación del conocimiento es más favorable que las evaluaciones clásicas de exámenes parciales a libro cerrado. El logro de aprendizajes mas significativos y duraderos se destaca en las respuestas que los estudiantes logran proponer durante los Seminarios. Igualmente se observa una mayor madurez y habilidad para manejar la información cuando el estudiante realiza su actividad de investigación durante su Trabajo Especial de Grado al finalizar la Licenciatura.
2. El uso de revistas periódicas recientes (del mismo año o anterior) les permite analizar y discutir los resultados más recientes que se están investigando en el área. Igualmente les permite convencerse que sus conocimientos básicos deben ser suficientes para abordar cualquier tema de la química, si se hace sistemáticamente. Esto implica: reconocer que el área de conocimiento de la química tiene una estructura lógica y que los conocimientos jerárquicos se deben construir empezando por los conceptos básicos que sirven de plataforma e ir incorporando conocimientos de mayor complejidad.
3. Las estrategias planteadas le permiten al estudiante aplicar criterios para la toma de decisiones, para tener autonomía y organizar la información en su mente. Como el estudiante tiene que escoger los artículos de la literatura original, implica una toma de decisión, aplicando sus propios criterios y corriendo sus propios riesgos. Conforme avanza el semestre el estudiante adquiere confianza en sus decisiones y la calidad de los análisis y síntesis realizados mejora notablemente. Los ejercicios realizados y entregados reciben comentarios y sugerencias de parte del profesor y el estudiante tiene la oportunidad de complementar estos ejercicios y mejorar su calificación.
4. La estrategia de análisis destacando los cuatro principios básicos y la búsqueda de los conceptos claves tratados en los artículos, así como el esfuerzo por interconectar estos conceptos con los aspectos teóricos y los estudios experimentales, les permite empezar a organizar la información química en sus mentes en forma coherente.

5. El trabajo sistemático con los conceptos fundamentales de la química, les permite establecer una plataforma más sólida para continuar construyendo el conocimiento en su vida profesional.
6. El método utilizado tiene repercusiones favorables, pues se nota en el estudiante un mejor dominio y mayor habilidad del manejo de la información química, cuando el estudiante culmina su Licenciatura con el Trabajo Especial de Grado.

Las principales dificultades superadas por los estudiantes fueron:

1. Superar su grado de dependencia con las estrategias docentes anteriores y adquirir suficiente confianza en su propia habilidad para la toma de decisiones y ser responsable de su propia formación.
2. Adquirir un mejor dominio del idioma inglés, en el cual se publica la mayoría de la información en Química. El estudiante reconoce que la estrategia utilizada en este curso le permite perfeccionar esa habilidad.
3. Cambiar su actitud frente al conocimiento, especialmente adquirir un mayor enfoque crítico frente a la información.
4. Asumir una visión más independiente y pensar como un futuro profesional con mayor responsabilidad y aceptar el reto de su propia formación.
5. Adaptarse al hecho que mucho del detalle que encuentra en la literatura original puede ser novedoso y no entendible en una primera oportunidad, pero que si lo analiza sistemáticamente y lo conecta con los conceptos que sí domina, logra superar esa dificultad.
6. Superar las dificultades de transmitir información coherentemente en forma escrita y oral. Las herramientas sugeridas durante el curso le han permitido mejorar y superar esas dificultades.
7. Reconocer deficiencias conceptuales previas que le impiden construir coherentemente el nuevo conocimiento presentado en el curso u organizar más eficientemente el que ya posee. El entrenamiento en las herramientas utilizadas en el curso le han permitido mejorar esas deficiencias.

### Conclusiones

1. El enfoque constructivista es una guía poderosa para organizar las estrategias didácticas del Curso de Química Inorgánica a nivel universitario.
2. El esfuerzo consciente de parte del estudiante para organizar y construir el conocimiento puede conducirlo a lograr mayor claridad conceptual.
3. El uso de la literatura original como estrategia didáctica ha resultado ser muy efectivo para despertar el interés del estudiante y perfeccionar sus estrategias en el manejo hábil de la información.
4. Las estrategias didácticas utilizadas pueden propiciar en los estudiantes cambiar su actitud frente al conocimiento y aceptar el reto de ser protagonistas de su propia formación.

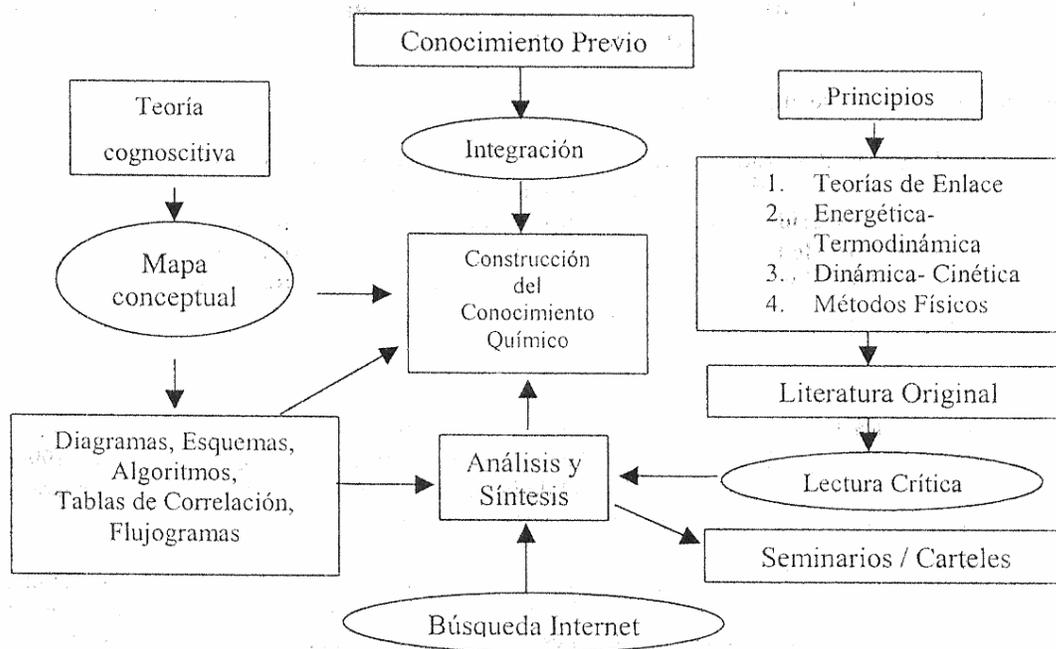


Figura 1: Esquema que resume la metodología utilizada.

### Bibliografía

- Castañeda, M., "Análisis del aprendizaje de Conceptos y Procedimientos", 8ª. Edición, Ed. Trillas, México, 1998.
- Miranda, R., Gallego-Badillo, R., "Corrientes Constructivistas: De los mapas conceptuales a la teoría de la transformación intelectual", Cooperativa Editorial Magisterio, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 1995.
- Osborne, R., Freyberg, P., "El Aprendizaje de las Ciencias- Influencia de las "ideas previas" de los alumnos", 3ª. Edición, Narcea, S.A. de Ediciones, Madrid España, 1998.
- Porlan R., García, J. E., Cañal, P., "Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias", Serie Fundamento No. 2, Colección Investigación y Enseñanza, 5ª. Edición, Diada Editora, Sevilla España, 2000.
- Sambrano, J., Steiner, A., "Los mapas mentales- Agenda para el éxito", 4ª. Edición, Alfadil Ediciones, Caracas, Venezuela, 2001.
- de Sánchez, M. "Desarrollo de Habilidades de Pensamiento- Procesos Básicos de Pensamiento", 7ª. Edición, Ed. Trillas, México, 1998.
- Shriver, D.F., Atkins, P.W., Langford, C.H., "Inorganic Chemistry" 2ª. Edición, Oxford Univ. Press, Oxford, Reino Unido, 1994.