

# Tesis de Maestría

## Docencia de la Química

Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional

### ■ Competencias cognoscitivas y el concepto “gases”

Sandra Patricia Rojas Rojas

#### Descripción

En el trabajo investigativo adelantado desde los principios que muestran a la didáctica de las ciencias experimentales como una disciplina teóricamente fundamentada (Sanmartí e Izquierdo, 2003), se introdujeron como acciones iniciales la formulación de los interrogantes centrales de la investigación, la transposición didáctica de los modelos publicados por los científicos que contribuyeron al desarrollo y estructuración de la química como ciencia, específicamente la química neumática, para hacerla objeto de trabajo en el aula por parte de la responsable de este proyecto. Lo anterior, porque los inicios de la química como ciencia partieron de la formulación de los modelos que daban cuenta del comportamiento y de la estructura de los gases, razón de carácter histórico-epistemológico que da sentido al estudio de la química en los cursos de formación básica en el sistema educativo colombiano.

#### Metodología

El proyecto de investigación fue adelantado con niños y niñas del grado cuarto de Educación Básica Primaria, en la Institución Educativa Distrital Divino Maestro, Localidad 1, pertenecientes al estrato 1 de la ciudad de Bogotá, D. C.

Tres fueron las etapas, y se esperó que en cada una de estas, el grado de dominio de las competencias: interpretar, argumentar y proponer (IAP) había de ser cada vez mayor, en razón de las reconstrucciones y construcciones conjuntas. La primera, consistió en la identificación y caracterización de las IAP con las que ingresaban los estudiantes en el proceso didáctico, para luego convocarlos a leer, a escribir, a hablar y a preguntar sobre textos transpuestos, en una cartilla con personajes animados. Posteriormente ellos debían escribir sus interpretaciones debidamente argumentadas, como propuestas explicativas sobre lo que reelaboraran. En esta actividad se hizo objeto de trabajo en el aula las competencias IAP que traían los estudiantes, elaboradas desde su cotidianidad y desde las experiencias escolares anteriores.

En una segunda etapa, se solicitó a los estudiantes que presentaran, discutieran y sostuvieran las elaboraciones escritas, y que estructuraran y consensuaran nuevas ideas sobre la temática objeto de estudio. Finalmente, en la tercera etapa, se les invitó a que en términos de artículo, sometieran a consideración de los demás del colectivo aula las reelaboraciones logradas. Ello dio pie para recoger

información acerca de los cambios en las competencias con las que ingresaron los estudiantes, y los cambios alcanzados de conformidad con el trabajo realizado. Con miras a complementar la información anterior, se diseñaron otros instrumentos, como fueron un cuestionario, redacción de composiciones, organización y realización del trabajo en el laboratorio y entrevistas.

### Conclusiones

Las estrategias didácticas contribuyeron a la reconstrucción y construcción de las competencias IAP del concepto “gases”, en razón de que los estudiantes elaboraron un modelo explicativo al respecto, del cual dieron cuenta de manera oral y por escrito, empleando conceptos científicos más cotidianos que científicos. El mudar hacia un nivel más complejo de las competencias IAP estuvo demarcado por las estrategias, en razón de que la necesidad de entenderlas como producciones intelectuales y como recurso del trabajo en el aula, generó en niños y niñas un acercamiento propicio y real al trabajo realizado por una comunidad de especialistas de las ciencias. Los instrumentos de recolección de información respondieron de manera satisfactoria al proceso de

reconstrucción y construcción de las competencias IAP, a la vez que suministraron suficiente información con respecto a la proximidad que los y las estudiantes poco a poco iban haciendo al lenguaje científico. La transposición didáctica –para este caso realizada por la docente investigadora– orientó el saber a enseñar, es decir, demarcó tanto las intencionalidades como la selección de las estrategias didácticas.

No sólo es importante reconocer y admitir que los procesos del leer, escribir, hablar y preguntar son necesarios en todos los grados de escolaridad; es pertinente que para el caso de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza se asuma con rigurosidad y responsabilidad desde los propios significados construidos en la comunidad de especialistas, en donde la transposición didáctica divisa este propósito aludiéndose éstas como estrategias didácticas. Es preciso continuar y centrar mayores esfuerzos en investigaciones relacionadas con la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, específicamente de la química y la física, en la Educación Básica Primaria, con miras a plantear, evaluar y verificar nuevas estrategias didácticas y pedagógicas que permitan conglomerar luego, comunidades de especialistas.

## ■ Estrategia pedagógica y didáctica basada en el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación, apoyada con TIC para familiarizar a los estudiantes con el trabajo científico

Sandra Patricia Moreno Romero

**Descripción.** Esta investigación constituyó una propuesta pedagógica y didáctica concebida desde el modelo de

enseñanza y aprendizaje por investigación apoyada con software educativo. Se pretendió familiarizar a los estudiantes

con la metodología del trabajo científico, en particular con los procesos referidos a formular y contrastar hipótesis y construir diseños experimentales, todo relacionado con el concepto de mezcla y sus métodos de separación. Se da cuenta de la manera como la estrategia didáctica contribuyó a mejorar los procesos de producción de conocimiento científico, a través del planteamiento y la resolución de situaciones problemáticas, que implicaban contrastación empírica en dos ambientes de experimentación: el laboratorio virtual y el real. La investigación se realizó con un grupo de 24 estudiantes del Colegio Distrital Benjamín Herrera, localizado en la Localidad 16 (Puente Aranda) de Bogotá, D.C.

El proyecto surgió a partir de las reflexiones realizadas en el curso “Incorporación de las TIC a las clases de química”, realizado en la Universidad Pedagógica Nacional, en el marco de un proyecto apoyado por Colciencias, en torno a las implicaciones educativas de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química. En el trabajo se implementaron situaciones de aprendizaje que permitieron vivenciar los procesos de producción de conocimiento científico, a través del seguimiento de un programa Guía de Actividades, apoyado en las TIC y en las prácticas de laboratorio, concebidas como pequeñas investigaciones. Por tanto, se analizó la manera en que el laboratorio virtual potencia los procesos de producción de conocimiento científico en el laboratorio real, a partir de la contrastación de hipótesis y la construcción de diseños experimentales. El software seleccionado en la investi-

gación fue el “Reved” (MEN 2002), dado que los módulos tecnológicos parten de situaciones problemáticas que orientan al estudiante a realizar procesos propios del trabajo en ciencias.

### **Metodología**

La investigación fue de tipo cuasiexperimental con grupo experimental, y el impacto positivo de la misma se verificó a través de la comparación de los resultados en el nivel de desarrollo de los procesos de producción de conocimiento científico de los estudiantes en dos momentos: uno inicial (pretest) y otro final (postest). Se desarrolló a través de tres fases: diagnóstico, en la que se aplicó el pretest; fase de implementación del PGA, en la que se realizaron actividades de enseñanza y aprendizaje, orientadas desde la resolución de problemas, partiendo de las preconcepciones de los estudiantes, pasando por la realización del laboratorio virtual y del real; y fase de validación en la que, a través de los instrumentos aplicados, se evaluó la estrategia, de acuerdo con los resultados obtenidos con respecto a los objetivos propuestos. En esta fase se incluyó la aplicación del postest.

### **Conclusiones**

El Programa Guía de Actividades implementado y centrado en la resolución de problemas con apoyo de TIC, permitió desarrollar en los estudiantes procesos de producción de conocimiento científico, aspecto que se reflejó en la mejora sustancial de dichos procesos a través de la realización de las diversas clases de actividades. La incorporación del software de laboratorio virtual contribuyó significativamente a mejorar los

procesos de formulación y contrastación de hipótesis y de construcción de diseños experimentales en el laboratorio real. Los estudiantes, al interactuar con el simulador, se aproximaron a las características del trabajo científico en lo relacionado con la comprensión de la situación problema, el manejo de condiciones, la formulación de hipótesis, el manejo de materiales y la elaboración de conclusiones.

El laboratorio virtual permitió no sólo mejorar las hipótesis iniciales, sino el diseño experimental para la realización del laboratorio real, contribuyendo así a realizar éste con una intención clara y una secuencia experimental lógica. De este modo, la práctica de laboratorio fue concebida como un espacio de contrastación de hipótesis y no como una secuencia de pasos guiados por una guía de trabajo tipo receta. Los instrumentos aplicados tanto en la estrategia didáctica propiamente dicha como en el pretest y el postest hicieron posible evidenciar el

progreso en los procesos de producción de conocimiento referidos a formulación y contrastación de hipótesis y construcción de diseños experimentales, ya que cada actividad se diseñó con miras a la identificación de un indicador específico de cada categoría analizada.

La estrategia pedagógica y didáctica basada en la resolución de problemas por investigación con incorporación de TIC contribuyó a desarrollar procesos de formulación y contrastación de hipótesis y construcción de diseños experimentales en lo relacionado con el tema de mezclas, porque creó espacios de reflexión donde los estudiantes generaron conflicto conceptual, permitiendo así una evolución en su aprendizaje. Las prácticas de laboratorio orientadas como microinvestigaciones a partir de situaciones problemáticas facilitan el desarrollo de los procesos de producción de conocimiento científico, dado que favorecen la realización de experiencias de conocimiento con sentido para el estudiante.

## ■ **Aprendizaje de la geometría y la polaridad molecular y el desarrollo de la visión tridimensional de las moléculas a través de la implementación de un programa de actividades hipermedia**

Elizabeth Colmenares Gulumá

### **Descripción**

La propuesta de investigación se aplicó a una población de 50 estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Distrital Leonardo Posada Pedraza, localizado en la Localidad 7 (Bosa) de Bogotá, D.C. El trabajo consistió en la implementación de un programa de actividades hipermedia, concebido desde el modelo de enseñanza y aprendizaje

por investigación que incluye, además de situaciones problemáticas, recursos hipermediales como videos y visualizadores moleculares; éstos se articulan en las actividades con el fin de lograr que los estudiantes construyan conocimiento en cuanto a la geometría y polaridad molecular y al desarrollo de la visión tridimensional de las moléculas.

El proyecto surgió teniendo en cuenta dos referentes principales: las disertaciones realizadas en el Programa de Maestría en Docencia de la Química y las reflexiones realizadas en torno a las implicaciones educativas de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química en el marco del proyecto titulado “Incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las prácticas de laboratorio: un complemento al modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación”, realizado en la Universidad Pedagógica Nacional, apoyado por Colciencias. Durante la revisión del estado del arte se encontró el trabajo de tesis doctoral de la profesora Belén Garrido Garrido.

Teniendo en cuenta lo anterior, se implementó el presente trabajo que tuvo como finalidad la enseñanza de la geometría y la polaridad molecular y el desarrollo de la visión tridimensional de las moléculas a partir de la implementación de un programa de actividades hipermedia fundamentado en el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación. Dicho programa de actividades fue propuesto por la educadora Belén Garrido Garrido en la Universidad de Valencia, España, como primera parte de su investigación de Doctorado; dado que la segunda parte corresponde a la validación, y teniendo en cuenta que esta parte continuaba pendiente, se consideró de vital importancia someter a prueba en Colombia esta propuesta, tal como se acordó mediante comunicación con la autora del mismo.

Se planteó como parte de la estrategia el tratamiento de situaciones

problemáticas abiertas, que tratan de familiarizar a los estudiantes con la metodología científica, lo que permitió superar el reduccionismo de los modelos de cambio conceptual que se centran exclusivamente en los contenidos conceptuales. Por ello, la estrategia no presentó las situaciones como conflicto cognitivo propiamente, sino como problemas interesantes y pertinentes para los estudiantes. Así, la construcción de conocimientos no se tomó como un cuestionamiento de las ideas de los estudiantes, sino, como lo plantea Gil *et al.* (1991), como el resultado de las investigaciones realizadas por ellos para resolver problemas. En este proceso surgieron criterios y razones no arbitrarios para decidir si las ideas aportadas se abandonan o se aceptan como un avance. De esta manera, una enseñanza por investigación que involucra resolución de problemas pudo integrar el desarrollo de contenidos específicos con elementos metodológicos, y así se avanzó en la construcción de concepciones científicas.

Los contenidos específicos correspondieron a la geometría y a la polaridad molecular, temáticas necesarias para analizar ciertas propiedades de las sustancias, pero, para abordar estas temáticas se requirió tener una visión tridimensional de las moléculas. Teniendo en cuenta que estos conceptos, como tantos otros en química, requieren un buen nivel de abstracción ligado a la generación de modelos, la propuesta consideró la incorporación de elementos hipermediales, tales como visualizadores moleculares y videos, para posibilitar desde la visualización tridimensional el aprendizaje de dichos conceptos,

haciendo uso de modelos analógicos y representacionales, de tal manera que el estudiante pudo resolver diferentes situaciones problemáticas de tipo macroscópico haciendo explicaciones desde las interacciones a nivel microscópico.

### **Metodología**

La investigación fue de tipo cuasiexperimental, cuya población estuvo constituida por un grupo experimental. Para verificar el alcance de la propuesta se aplicaron instrumentos pretest y posttest y el Programa Guía de Actividades distribuidos en tres etapas de la investigación: la primera, etapa de diagnóstico, se realizó mediante la aplicación del pretest; ésta permitió establecer las ideas previas de los estudiantes, el nivel de conocimientos de las temáticas por trabajar, y con esta información se pudieron verificar los prerrequisitos y se realizaron las actividades de nivelación pertinentes; la etapa de implementación del PGA, el cual, dada su estructura organizada en actividades de iniciación, de desarrollo y finalización, crea las condiciones para la construcción del conocimiento a partir de la solución de situaciones problemáticas que incluyen videos y visualizadores moleculares; la última fase, la de validación, incluyó el posttest, que hizo posible establecer el alcance de la propuesta con respecto a los objetivos propuestos.

### **Conclusiones**

El Programa Guía de Actividades titulado “Sustancias moleculares y geometría molecular” basado en el modelo de enseñanza aprendizaje por investigación que involucra la incorporación de NTIC en la enseñanza de la química, es una po-

derosa estrategia didáctica que favorece el desarrollo de la visión tridimensional de las moléculas y el aprendizaje de la geometría molecular en los estudiantes de grado décimo del colegio Leonardo Posada Pedraza. En cuanto al aprendizaje de la polaridad molecular, se requiere incluir mayor cantidad de actividades relacionadas con el tema durante las actividades de desarrollo, que involucren solución de situaciones problemáticas, contextuales y de interés para los estudiantes, semejantes a las presentadas en las actividades de finalización. Esto permite preparar en las habilidades para resolver situaciones problemáticas, como identificar y superar dificultades en la temática de polaridad molecular durante este momento de aplicación del PGA y, de esta manera, los estudiantes podrán resolver eficientemente las actividades propuestas a este respecto en las actividades de finalización, donde presentaron serias dificultades.

En la estrategia didáctica implementada, los recursos hipermediales –videos y visualizadores moleculares– se vinculan coherentemente en el Programa Guía de Actividades y con el modelo de enseñanza aprendizaje por investigación, y permiten potenciar el aprendizaje de la geometría y de la polaridad molecular y el desarrollo de la visión tridimensional de las moléculas. Esto se evidencia en la posibilidad que tienen estos recursos hipermediales para facilitar la visualización de moléculas mediante representaciones 2D y 3D; de igual manera, se acompañan de situaciones problemáticas que propician en el estudiante procesos de investigación.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el pretest y el posttest, se

pudo establecer que la categoría que presentó mayores porcentajes de respuestas correctas en los estudiantes correspondió al desarrollo de la visión tridimensional de las moléculas, de 73,4% en el pretest a 97,6% en el postest. Sin embargo, la categoría que presenta mejores resultados con la implementación de la estrategia correspondió al aprendizaje de la geometría molecular, que ascendió desde el 20% en el pretest hasta el 82% en el postest. La categoría donde se presentaron resultados modestos correspondió al aprendizaje de la polaridad molecular que presentó resultados desde 0% hasta un máximo de 16%. De ahí se puede concluir que el programa de actividades es una excelente estrategia para la enseñanza de la geometría molecular y el desarrollo de la visión tridimensional de las moléculas, y que requiere algunas adaptaciones para mejorar el nivel de aprendizaje en el aspecto correspondiente a polaridad molecular.

Con la implementación de esta estrategia se confirma la importancia del modelo de enseñanza y aprendizaje

por investigación y el Programa Guía de Actividades que incluyen situaciones problemáticas y las ayudas hipermediales como estrategia válida para la enseñanza de la química en estudiantes de educación media.

De igual manera se pudo establecer que, como lo afirma Fortman (1992), los modelos moleculares como modelos analógicos, son necesarios en química porque la enseñanza de esta ciencia conlleva un gran componente de razonamiento abstracto, y estos modelos pueden ayudar al aprendizaje no sólo desde un punto de vista cognitivo sino porque también tienen un efecto de motivación (Thiele y Treagust, 1994).

Por último es importante tener en cuenta que, de acuerdo con Lawson *et al.* (1993) y Gabel (1998), para que se favorezca el cambio conceptual utilizando modelos analógicos, se requiere que los estudiantes tengan ciertas destrezas hipotético-deductivas; éstas es posible verificarlas a partir de la solución de situaciones problemáticas, es decir, de su capacidad para emitir hipótesis y consecuencias derivadas. ▴