

# PPDQ-Boletín



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA  
NACIONAL

*Educadora de educadores*

No. 37

Revista del Sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica del Departamento de Química.

Bogotá D. C. Mayo de 2002

## Pedagogía y Didáctica

### EL MINIPROYECTO COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA<sup>3</sup>

María Elena Jiménez Sánchez<sup>33</sup>



#### Introducción

Como se sabe, la investigación acerca de la resolución de problemas en el área de la enseñanza de las ciencias naturales, puede agruparse, por lo menos, en dos categorías: la resolución de problemas de *lápiz y papel* y la resolución de problemas de *laboratorio*. Esta última ha cobrado gran importancia en los últimos años como campo de investigación, debido a la necesidad, entre otras, de mejorar la enseñanza de las ciencias, particularmente la química desde la perspectiva experimental.

<sup>3</sup> Trabajo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica en mayo de 2001.

<sup>33</sup> Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N

#### EN ESTA EDICIÓN

*El miniproyecto como estrategia para la enseñanza de la química	1
*La Didáctica Magna. Una propuesta para analizar	6
*A propósito de lo que nos ocupa... a los químicos	8
*El benceno y su metabolismo en el cuerpo humano	12
*La fitoquímica: una propuesta...	15
*Referencia Bibliográfica	20

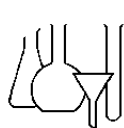
#### EL EFECTO DIDÁCTICO

En anteriores ediciones de PPDQ-Boletín se hicieron referencias a la didáctica algorítmica y a la didáctica no algorítmica o metodológica como puntos de referencia para un análisis de la práctica pedagógica y didáctica del profesorado. Aquellos que han optado por la versión constructivista se inclinan por una didáctica científica y metodológica, opción que deja de lado las restricciones algorítmicas y demarca el campo específico de investigación en ella.

Emerge, entonces, el problema de la relación de proporcionalidad causa-efecto y la distinción que es indispensable hacer entre sistemas lineales y sistemas no lineales, especialmente en lo relacionado con predicciones, cuyo cumplimiento depende de si el sistema sigue o no esquemas repetitivos y si obedece o no a pautas discernibles. La mayoría de los sistemas dinámicos complejos no responden a la dinámica lineal, y en este marco, el aula de clase se considera un sistema complejo. En ese sentido, el efecto didáctico se asume como el conjunto de resultados específicos, producto de una enseñanza (causa), demostrables mediante registros obtenidos con instrumentos válidos y confiables, formulados y aplicados para la contrastación empírica de la ocurrencia del efecto, tal como se anticipa, en términos de transformaciones cognoscitivas, afectivas y actitudinales por parte de los estudiantes.

Un trabajo investigativo en el aula de clase, vertebrado por interrogantes respecto del efecto didáctico, y teniendo en cuenta lo anteriormente afirmado, proporcionaría una versión distinta de la práctica docente como ejercicio profesional ¿Podríamos asumir este reto? Lo invitamos a reflexionar sobre este particular.

PPDQ- Equipo Pedagógico



BOLETÍN No 37 MAYO DE 2002

## EQUIPO PEDAGÓGICO

TOMÁS F. GRACIA DÍAZ. MQ  
Jefe del DepartamentoPEDRO NEL ZAPATA. MDQ  
ROYMAN PEREZ MIRANDA. MDQ  
JULIA GRANADOS DE HERNÁNDEZ. MI  
DORA TORRES SABOGAL. MDQ  
WILFREDO VÁSQUEZ ROMERO. MI  
LUIS ABEL RINCÓN MORA. ME

Diseño: LARM

Corrección: Iván Rincón Pabón

Publicación: Talleres de la UPN.

Universidad Pedagógica Nacional  
Bogotá D. C.  
Calle 73 No 11-73 B-436

Una de las innovaciones más importantes, en este campo, la constituye el trabajo con miniproyectos, propuesta por Hadden y Johnstone. Donde las actividades deben ser de tipo práctico, formulada en términos sencillos, sin ninguna indicación de procedimiento

Con los *miniproyectos* se busca entre otras cosas relacionar la teoría con la práctica. Mediante este método, los estudiantes, además, aprenden a interpretar textos científicos y desarrollan su capacidad de interpretación y análisis de resultados. La dinámica de este método hace de los estudiantes personas activas, espontáneas, analíticas y creativas; capaces de utilizar sus conocimientos libre y productivamente .

Los miniproyectos constituyen una metodología prometedora para el mejoramiento de la enseñanza de la química como vivencia experimental, la capacidad de interpretar conceptos y textos científicos así como también, para el desarrollo de los intereses de los estudiantes hacia la química. Según esta visión, se espera que en el presente proyecto el desarrollo de la parte teórica del

curso se constituya en la organización general de los conceptos (aceites esenciales) con alguna discriminación. Los miniproyectos han de ser los medios que contribuyan a la diferenciación progresiva de conceptos.

Aprendizaje significativo y la resolución de problemas

En vista de que no se han obtenido los resultados esperados al utilizar otros modelos de enseñanza, se planteó la necesidad de buscar nuevas alternativas para la enseñanza de las ciencias.

En busca de estas nuevas alternativas, cobra fuerza el pensamiento de Ausubel y Novak (1987), quienes toman como base los conocimientos previos, y a partir de ellos orientar la enseñanza de las ciencias .

Muchos autores, al igual que Ausubel y Novak, han coincidido en que la experimentación es un aspecto imprescindible en cualquier investigación científica, y que en la enseñanza de las ciencias se han descuidado aspectos básicos, como el planteamiento de problemas, emisión de hipótesis, elaboración de diseños experimentales y análisis crítico de resultados.

De otra parte, se reconoce también la importancia de los trabajos prácticos en la docencia, ya que son la mejor y quizá la única forma de familiarizar a los estudiantes con la metodología científica.

Por eso, se plantea la necesidad de modificar las prácticas del laboratorio, de manera que en ellas se recojan aspectos esenciales del trabajo científico, y se conciben como pequeñas investigaciones.

Sin embargo, a menudo se concibe la experimentación como una actividad que sólo esta encaminada a la recolección de datos, sin pensar que esta pueda tener más sentido si se hace el intento de contrastar hipótesis planteadas con anterioridad, mediante la elaboración de diseños concebidos para tales propósitos. Una Línea reciente de trabajo en el área de solución de problemas tiene relación con los trabajos experimentales a manera de miniproyectos.

## Papel del experimento en la producción del conocimiento.

Es usual en el desarrollo de las asignaturas una desconexión entre los trabajos prácticos y la parte teórica. Si bien el trabajo práctico aparece como un objetivo primordial, su realización no suele ser todo lo satisfactoria que cabría esperar.

El trabajo práctico en el laboratorio pretende simular el método científico, pero este planteamiento tampoco produce los resultados esperados ya que se reduce a simples manipulaciones. Dicho proceso no se asemeja en absoluto a la forma como los científicos elaboran los conocimientos, de ahí que estas prácticas resulten escasamente significativas.

Según Gil (1979), la actividad de laboratorio con carácter de experimento ayudaría a una mejor comprensión de la actividad científica y a generar un aprendizaje significativo de conceptos científicos.

El desarrollo de las actitudes relacionadas con las actividades científicas es una de las metas de los experimentos en la enseñanza secundaria. El trabajo de laboratorio debe cumplirse dentro del proceso de dar solución a un problema enfatizando en:

- 9 Identificar el problema, plantear cuestiones y contestarlas por sí mismo.
- 9 Formular hipótesis.
- 9 Imaginar diseños experimentales para la contrastación de las hipótesis iniciales a partir del experimento.
- 9 Buscar la información necesaria para la resolución del problema.
- 9 Resolver el problema ideando experimentos.
- 9 Interpretar resultados y fenómenos observados.
- 9 Imaginar aplicaciones y extrapolaciones de las conclusiones que se han encontrado.

El planteamiento del aprendizaje de las ciencias como investigación -en una perspectiva de cambio conceptual y metodológico -aparece como una necesidad, no solo para cubrir el objetivo de familiarizar a los alumnos con el trabajo científico, sino también para hacer posible una evolución significativa de los conocimientos y de la actitud hacia el aprendizaje.

La situación actual de la enseñanza de las ciencias está caracterizada por la necesidad de que ésta se aproxime a las actividades científicas; dentro de este contexto, se propone asumir los miniproyectos como una alternativa para mejorar la enseñanza experimental de la química, y el aprendizaje de conceptos.

## Características de los miniproyectos

La metodología de los miniproyectos, así como su filosofía ha sido presentada por Jadden y Johnstone (1990), en los siguientes términos:

Se trata fundamentalmente de una actividad, que formulada a partir de contenidos teóricos previamente desarrollados en el aula, exijan un trabajo práctico por parte del alumno, en el laboratorio, para obtener la solución de una tarea experimental planteada.

Cada miniproyecto debe ser una actividad de tipo práctico, formulada en los términos más sencillos posibles sin ninguna indicación de procedimiento.

Estas actividades pueden ser de dos tipos: Abiertas y Cerradas. Un miniproyecto se considera cerrado cuando solamente posee una vía para alcanzar su solución; y se considera abierto cuando para obtener esa solución existen dos o más vías alternas.

Cada miniproyecto debe ser realizado en una sesión de clase, incluyendo un reporte escrito; en este caso una sesión de dos horas de clase. A fin de relacionar estas actividades con la vida diaria y con el quehacer de los científicos, en ella se han de incluir tareas relacionadas con sustancias químicas de uso común en el hogar, por ejemplo. aceites de mesa, perfumes, esencias comunes.



Además, se han de formular también actividades que simulen aquellas situaciones con las cuales los químicos profesionales trabajan a diario: técnicas de extracción, preparación y reconocimiento de sustancias químicas.

Los autores ponentes de la idea recomiendan que estas actividades se desarrollen en grupos de dos o tres estudiantes.

Otra característica muy importante es que los miniproyectos deben constituirse en una oportunidad de aprendizaje para el estudiante, y de enseñanza para el profesor.

Durante el desarrollo de la actividad, se debe permitir el uso de materiales de instrucción tales como: textos, apuntes y consulta entre los miembros del grupo, puesto que el propósito es el ejercicio de interpretación del problema, propuesta de alternativas de solución, y su ejecución conjunta en busca de la relación práctica teoría.

A manera de ejemplo la siguiente propuesta de miniproyecto, utilizada en una práctica pedagógica y didáctica con estudiantes del grado once, es el siguiente:

#### EXTRACCION DE ACEITES ESENCIALES POR ARRASTRE DE VAPOR

Nombres:

Curso:

Grupo:

- La Tarea: Con los materiales y reactivos que tiene a su disposición, realice el montaje pertinente y proceda a realizar la extracción.
- Materiales: Montaje para destilación simple, Embudo de decantación, papel de filtro, Beaker de 100 ml, Erlenmeyer de 250 ml.
- Reactivos: Cáscaras de mandarina u hojas de eucalipto, éter isopropílico, sulfato de sodio anhidro, y reactivos para análisis elemental de grupos funcionales.
- Lea cuidadosamente lo que tiene que hacer antes de comenzar la tarea e interprétela con sus propias palabras

- Diseñe y escriba algunas propuestas de alternativa de solución para resolver la tarea, consulte con su profesor y con su visto bueno realícelas.
- Escriba a continuación claramente el procedimiento que se va a seguir en cada propuesta. Escriba sus observaciones, resultados y conclusiones (realícelo en hoja adjunta).
- Escriba sus comentarios acerca de la actividad realizada. Incluya aspectos positivos y negativos. También las dificultades que se presentan en la realización de la actividad.
- Sugerencias para mejorar la actividad.

#### Conclusión

Como se mencionó anteriormente, el trabajo práctico y su validez fueron cuestionados; esto dio paso al surgimiento de proyectos como el BS CS en los Estados Unidos y el NUFFIELD en Inglaterra. Con estos proyectos se estimula, nuevamente el uso, de actividades prácticas con el fin de que los estudiantes deduzcan conceptos y principios, apoyados en el maestro, como guía del aprendizaje.

Dentro de este contexto, que el profesor realice mayor o menor número de prácticas, no es suficiente; es muy importante, cómo las realiza, por qué y para qué las realiza, sabiendo que los estudiantes perciben, en cada tarea objetivos diferentes a los que señala el profesor. Por otra parte los estudiantes llevan a la clase puntos de vista, percepciones y concepciones que afectan tanto el aprendizaje de conceptos como la forma de realizar las actividades prácticas; esta crítica sigue siendo válida dentro de las condiciones del trabajo actual de experimentación en la enseñanza de la química.

El aprendizaje debe ser un proceso activo en el cual, creencias previas, ideas y conceptos juegan papel importante; porque los estudiantes utilizan sus conocimientos cuando observan, diseñan y realizan experimentos e interpretan resultados.

Los anteriores aspectos han sido descuidados, dado que, por lo general, no hay una coherencia entre la teoría que se desarrolla en el curso y la

práctica que se lleva a cabo en el laboratorio. Así las cosas, cada estudiante debe relacionar las prácticas con su estructura conceptual, para que no resulte una serie de experiencias desconectadas, proceso, este, que no necesariamente se cumple con facilidad.

La forma como se desarrollan actualmente las prácticas, siguiendo instrucciones, inhibe al estudiante de conocer cómo formular un problema, entenderlo y proponer una alternativa de solución. Le resta la posibilidad de formular hipótesis, contrastarlas con sus resultados, sacar conclusiones y familiarizarse, por lo menos en un mínimo, con la forma de trabajar en ciencias. Generan problemas pedagógicos ya que sólo se desarrollan habilidades y destrezas de manipulación, y se dejan de lado potencialidades como pensar, razonar, resolver problemas, observar e inferir. Las actividades de laboratorio deben llevar a crear una situación que estimule el desarrollo cognitivo del aprendizaje.

Es de anotar que estas actividades, se consideran básicas para desarrollar el pensamiento crítico y realizar un trabajo riguroso.

En síntesis, las practicas de laboratorio son esenciales para la enseñanza de la química; pero la forma como se llevan a cabo hoy, no es la más eficiente. Entregar una guía de trabajo que indique, paso a paso, lo que el estudiante debe realizar , hace que la tarea desarrollada pierda mucho de su valor creativo .

### Miniproyectos: expectativas

Consecuentes con los problemas particulares a los cuales se ha hecho alusión, el presente análisis permite identificar algunas razones por las cuales los miniproyectos se presentan como una alternativa; para el mejoramiento de la enseñanza de la química como ciencia experimental.

Como forma de integrar la teoría y la practica los miniproyectos son promisorios, puesto que una de sus características inherentes, es la de ser formulados a partir de la teoría que se esta desarrollando en el aula. En relación con el desarrollo de las habilidades para interpretar tareas de química, formuladas por escrito y en general extraer información de textos científicos, estas actividades son prometedoras, por cuanto exigen, no

solo la interpretación mental de la tarea sino su formulación por escrito.

En cuanto a los intereses y motivación, a partir de los resultados de otras investigaciones, Hadden y Johnstone y Narvéez Herrera Hazminyela, se ha establecido que los estudiantes encuentran la actividad motivadora e interesante.

La potencialidad de los miniproyectos, para mejorar el aprendizaje significativo de conceptos, puede instaurarse si se tienen en cuenta como secuencias de aprendizaje las siguientes: En primer lugar los alumnos tienen la posibilidad de introducirse en los temas, en los cursos teóricos; luego, ya en el laboratorio, deben interpretar la tarea utilizando sus conocimientos, sus textos, sus apuntes, discutiendo con sus compañeros e incluso con el profesor, todo lo cual implica un continuo proceso mental que ha conducir al aprendizaje .

Adicionalmente, y puesto que cada alumno o grupo de alumnos ha de proponer un camino de solución, llevarlo a acabo, obtener resultados, analizarlos, interpretarlos y elaborar conclusiones, estas actividades también son prometedoras, como forma de acercar a los estudiantes al trabajo científico.

Durante el desarrollo de estas prácticas, el maestro se presenta como un consultor, asesor y guía. Dentro de este contexto orienta a los alumnos en la interpretación correcta de la tarea, interpreta las propuestas de alternativa de solución dadas por los estudiantes, y autoriza su ejecución; estimula las discusiones grupales alrededor del tema, relacionando los conceptos teóricos con la práctica; controla situaciones de seguridad en el laboratorio; supervisa y controla el proceso de aprendizaje ,además lleva el registro de observaciones y evalúa el trabajo grupal.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- AUSUBEL, D Y NOVAK J.1987 Psicología Evolutiva: Un punto de vista cognitivo. México, Trillas, .
- CALATAYUD, L, FURIÓ C, PAYA J, y GIL D.1989.Trabajos prácticos de química como pequeñas investigaciones. Gráficas Corral. U Valencia,
- GIL D, CARRASCOSA, J.1991 La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria.
- JOHNSTONE, A.1990. Miniprojects: An Introduction to the world of science. Chemed: Australian. Journal Of Chemical education.



## LA DIDÁCTICA MAGNA: UNA PROPUESTA PARA ANALIZAR \*

Andrea Patricia Zorro Ochoa \*\*

**Q**uán Amos Comenio fue el fundador de la didáctica y parte de la pedagogía moderna. Este autor, para el mundo en general, es considerado como un erudito en el tema por haber escrito el anterior libro mencionado en una época muy explosiva de acontecimientos históricos. Además, para los conocedores del tema es apreciado por la forma de expresar sus pensamientos, aún incluso en contra de la gran inquisición española.

La Didáctica Magna podría calificarse como una obra clásica de la cultura educativa, trasciende su tiempo histórico y llega hasta la actualidad; es en su género tal vez la primera obra didáctica que procede de un modo sistemático y constituye un método, una concepción de la misma, sentando los principios de su fundamentación.

Al haber sido tan perseguido por los católicos, Comenio se vio forzado a abandonar la enseñanza y a refugiarse en sus escritos y así nace este libro, por la insistencia en dar a conocer al mundo su visión sobre la enseñanza. Además, su principal obsesión era la salvación de la humanidad a través de la fraternidad y la no-violencia.

*La Didáctica Magna*, fue editada en 1628 en lengua bohemia y en latín en 1638. En esta se desarrolla un contenido ético y conceptual conformando un sistema que se anticipa a algunas de las tesis metodológicas contemporáneas de la interdisciplinariedad. El escritor divide en tres partes la obra. La primera es la didáctica general, la segunda la didáctica especial y la tercera la organización escolar. El contenido es un extenso texto de 33 capítulos; en el que exalta al hombre como la más excelente de todas las criaturas, el cual se forma en los primeros años de vida en la escuela materna, también en el orden en el cual esta inmerso, de los requisitos para aprender y enseñar.

\* Ensayo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica en mayo de 2001

\*\* Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.

El escritor desarrolla una lectura laica del cristianismo y, por esta vía, propone una metodología para su interpretación del mundo. Por lo tanto, el principal aporte de este autor es el nuevo método que implanta en su forma de enseñanza (el método significó ver la naturaleza en su esplendor y hablar el lenguaje del mundo de las ciencias), por tal razón en uno de sus apartes afirma: "A esa didáctica que ahora ofrezco la he calificado de Magna porque es una técnica de la enseñanza universal, esto es, que enseña todo a todos" (Pág. 87). Nace esta por la necesidad de solucionar los problemas de instrucción de este período, por lo tanto, toda enseñanza mostraba conceptos, métodos y soluciones concretas en la instrucción.

Fue el primero en la historia del mundo en comprender que el principio de la enseñanza intelectual se encontraba en los diferentes grados de crecimiento físico y psíquico, pues se ve evidenciado este preámbulo en los cuatro grados en que dividió la enseñanza, en primer lugar, la escuela materna, en segunda instancia la escuela primaria pública, en tercer término el gimnasio o también llamada escuela secundaria y en último lugar la academia, llamada escuela superior; consideraba que la educación no se cobraba y que era un derecho de todos los individuos sin importar su sexo o su situación económica, además sería impartida por el estado. Todo será enseñado por medio de los sentidos. El considera que solo llega al entendimiento lo que antes ha pasado por los sentidos, puesto que la verdad y la certeza de la ciencia no residen más que en el testimonio de los sentidos, por tal razón es preciso buscar que la enseñanza sea dada por medio de la propia intuición y de la demostración sensual. Es necesario que el conocimiento se base en la demostración sensual, solo así será perdurable, y permanecerá grabado en la memoria. El autor centra su visión en muchas citas bíblicas, evidenciando de esta manera su doctrina cristiana.

La didáctica la orienta hacia un espacio teórico y práctico, los cuales se encuentran enmarcados en un proceso sistemático, en donde el conocimiento del hombre y la enseñanza son los vehículos medulares. La didáctica será un saber formal con principios establecidos en los procedimientos; el propósito del autor checo es el de resolver los problemas de la enseñanza y la

propuesta de una institucionalidad para ella, alrededor de tres aspectos principales: el niño, el maestro y la escuela.

Los niños, para el autor, son hombres de edad tierna, destinados a suceder a aquellos de los cuales esta constituido el mundo, por tal razón serán educados como niños, según la capacidad propia de su edad. La edad para *Comenio* es un elemento que se tendrá que tener en cuenta a la hora de enseñar, puesto que todo cuanto se ha de aprender esta conforme a los grados de edad. El maestro tiene funciones didácticas, a partir de la institución (la escuela), del discurso acerca del método y de los fines de la formación del niño y del joven. La falta de tiempo para educar a los niños creó la necesidad de educarlos por parte de personas que hagan esto exclusivamente y por lo mismo le sirvan a toda la comunidad. La escuela, para este autor es considerada como aquel sitio en el que se reunirán los jóvenes de todas las aldeas, ciudad o provincia, bajo la dirección de hombres (o mujeres) honestísimos; allí son ejercitados en las letras, las artes, en costumbres honestas, para conseguir que en todas partes haya hombres bien instruidos. A este sitio donde se impartirá lo anterior será llamado *Pampedia*.

La crítica a la escuela de su tiempo, la polarización entre lo viejo y lo nuevo y su empeño por normatizar los procesos de formación de la escuela, abren espacio para lo que será la primera gran reforma del sistema educativo contemporáneo. Los temas principales de esta reforma son expuestos en esta obra, por ejemplo, la educación para todos, como ya se mencionó anteriormente, la enseñanza interdisciplinaria (enseñanza de las artes, las ciencias, las lenguas y las costumbres), la integración de estas revela el surgimiento de un objeto nuevo en el campo del conocimiento, el de la didáctica, que concebido como método da cuenta de un modelo entre los conocimientos (ciencias particulares) y las disciplinas del comportamiento, usando para este fin la lengua materna, en el idioma preestablecido de esa época que era el latín, la organización del sistema escolar, el accionar docente, y la función socializadora de la escuela.

Su proyecto principal era reunir todo el conocimiento para que los hombres pudieran aprenderlo. La enseñanza y el aprendizaje de las pala-

bras, se dispone como piezas del mismo universo, por esta razón se rechaza el abstraccionismo y la literatura confusa, pues para *Comenio*, las palabras son el conocimiento de las cosas. Además estaba interesado en formular principios pertinentes para educar a todos los hombres en todas las naciones y países del mundo, quería educarlos a todos en todo lo importante para la vida de todos los hombres, y para ser capaces de desarrollar o cumplir todas sus potencialidades físicas e intelectuales como también las relativas a la emoción, la voluntad, la conciencia y el comportamiento, la acción, siempre sin ninguna violencia, naturalmente.

El hombre centra su organización en una dualidad (ontológica y universal), dicha dualidad explica, además la importancia que adquiere el pensamiento comeniano, analogías de los tiempos de la naturaleza con los tiempos del desarrollo de hombre, además pone a este como fundamento de la naturaleza y es espejo de la conciencia del universo. *Comenio* se dedicó a descubrir las leyes que gobiernan la evolución del hombre en su relación con el mundo, la naturaleza, la sociedad y Dios. El mundo humano, se divide en cuatro principios en la escuela de la vida, os cuales son: el periodo prenatal, la primera infancia, la niñez, la adolescencia, la adultez, y la vejez.

En su obra, se puede observar que el orden de la naturaleza es a veces usado de manera metafórica, sostuvo no sólo al método de la enseñanza sino que también le sirvió de eje para organizar práctica de la enseñanza. La naturaleza es pues el fundamento que ayuda a la búsqueda de un nuevo método para la exposición del saber. El espíritu del método y experimento abrió para las ciencias nuevas formas de observación y de investigación y Comenio plasmó este saber pedagógico y didáctico.

La discrepancia, entre otras, que tal vez tenga con el autor es la de las analogías que él presenta en su obra, porque son comparaciones de la vida real que nada tienen que ver con las pruebas realmente científicas de su teoría, puesto que en todo el libro se presentan pero no hay una sola evidencia que corrobore sus postulados.


## BIBLIOGRAFÍA

AMOS COMENIO, J. 1982. *Didáctica Magna*. Ed. Porrúa. S. A. México.



## A PROPÓSITO DE LO QUE NOS OCUPA...A LOS QUÍMICOS \*

Alexander Slip Matrínez \*\*

 ¿Cuál es el objeto de estudio de la química?  
¿Qué es lo que hace de ella una disciplina científica? ¿Qué problemas aborda e intenta darles respuesta?

Cuestionamientos como los anteriores deben ser una preocupación para todos aquellos que pertenecen a una comunidad académica y científica de especialistas en química, en la construcción de su conocimiento y en su enseñanza. Por esto, el presente escrito pretende mostrar la visión que se ha logrado construir, luego de dos años y medio de permanencia en la Universidad Pedagógica Nacional, acerca de la concepción del conocimiento científico del problema alrededor del cual se reúne la citada comunidad y la prospectiva de su enseñanza en cuanto a su cuerpo conceptual y metodológico.

Parte entonces de la comprensión del conocimiento científico como una elaboración de carácter histórico, colectivo e Integral. Histórico en la medida que ha sido el producto del pensamiento humano a lo largo de toda su historia y, aunque no se considera acumulativo, se reconoce que hace parte del legado Cultural de la humanidad. Colectivo, pues ha sido construido y forjado por hombres y mujeres que han dedicado su vida a la ciencia y han contribuido con sus genialidades a la producción del conocimiento científico. Por último, integral. pues aunque se hable de disciplinas científicas con objetos de estudio claros y diferenciados, y con constructos conceptuales y metodológicos propios de cada una, se considera que no pueden ser vistos como discursos aislados y totalmente Independientes, sino como un entramado complejo, donde las interacciones entre ellas superan las relaciones intelectualmente

\* Relexiones a propósito de la pregunta.

\*\* Estudiante de sexto semestre del Departamento de Química de la U.P.N.

simbióticas y entran en una dinámica sistemática de producción de teorías. De este modo, cada disciplina cobra sentido en la medida en que se inserta de forma coherente en el discurso amplio de la llamada ciencia. Frente a la pregunta ¿cuál es el objeto de estudio de la química como una disciplina científica? La respuesta debe trascender las definiciones simples, meramente etimológicas y de carácter enciclopédico, que generalmente invaden los libros de texto, para acercarse a una concepción que describa, no solo el quehacer de la comunidad de especialistas en esta ciencia, sino también el pensamiento que los recoge en una "comunidad común".

Para esto se debe, entonces, identificar el problema que da origen a las ciencias de la naturaleza: entender el mundo que nos rodea. Existen en la naturaleza distintos fenómenos que hacen palpar la realidad del mundo en el que se vive, y entre esos, se destacan los fenómenos materiales como los hechos que evidencian un universo fáctico, y los cuales son de especial atención para la química. Indagar acerca de estos fenómenos remite inmediatamente al cuestionamiento de ¿qué es la materia? ¿A qué se le atribuye esta categoría? Pero la discusión, profundamente filosófica, representa un inconveniente en el momento de delimitar el objeto de estudio.

Sin embargo, dentro de todo lo que puede ser descrito como materia, hay formas que son mucho más cercanas: las llamadas sustancias. En este punto, caracterizar la sustancialidad es más sencillo, pues los criterios de valoración y comparación son más específicos. Por tanto, el primer acercamiento al objeto de estudio de la química es sobre lo sustancial, como una forma particular de lo material con características propias y definidas. Sin embargo, es importante destacar, que si bien el centrarse en un momento dado en el estudio de esta forma particular de materia, no implica que no se aborde la discusión acerca de lo químico que puedan tener otras; el continuo estudio y desarrollo de la química moderna, lleva poco a poco a considerar formas de materia como el plasma y los superfluidos críticos, entre otros, como un acercamiento a los fenómenos nuevos que se encuentran: se puede hablar del caso de los agregados moleculares del carbono, todo un campo de investigación y desarrollo para la química contemporánea.

Una gran mayoría de textos apunta a señalar que el estudio de las sustancias se hace con referencia a su origen, composición, propiedades y transformaciones, centrándose en este último término: en la materia que se transforma en materia; y en la materia que se transforma en energía. Desde este marco de referencia, la sustancialidad se describe desde los conceptos de elemento y compuesto. Cada uno de estos, habla pues de unidades de constitución y se construyen a través de la introducción del concepto de átomo, que caracteriza lo que es un elemento, y que a su vez es fundamental para introducir el concepto de molécula, que caracteriza lo que es un compuesto. Sin embargo, no se limita a estudiarlas solas o aisladas, sino que aborda también las mezclas de ellas, haciendo una diferenciación entre aquellas que son homogéneas y aquellas que no lo son.

Frente a esta posición surge una propuesta distinta que pueda describir el estudio de la sustancialidad. Se sostiene entonces, que el referente bajo el cual se desarrolla el estudio de las sustancias es bajo la categoría compleja de estructura de las sustancias. Esta categoría es un criterio de definición y organización de las manifestaciones de la sustancialidad, caracteriza que es lo esencial y lo describe. Por tanto, la estructura de las sustancias, como categoría compleja, producto de la interacción de tres referentes conceptuales a saber:

Composición de las sustancias. Como el referente que aborda el problema de caracterizar la unidad de estructuración de las sustancias Aquí se definen los conceptos de átomo y de estructura atómica, así como el concepto de enlace químico, como el resultado de la descripción de un conjunto especial de partículas (electrón, protón, neutrón, entre otras) y sus interacciones para finalmente construir los conceptos de molécula y estructura molecular, conceptos químicos por excelencia. Desde este punto de vista, la sustancialidad expresa su composición a través de la molecularidad, pues a pesar del reconocimiento de los elementos, dentro del lenguaje propio de la química son los compuestos los que tienen una especial atención. Por ejemplo, frente al carácter elemental de los metales, su composición se describe a través de una especie de macromolécula llamada red cristalina. No es en el elemento propiamente dicho donde se centra la

discusión, sino en el compuesto formado por la interacción entre los átomos metálicos. Igualmente, frente al carácter elemental de los llamados halógenos, su composición se describe a través de moléculas diatómicas y no de átomos aislados. En este punto se enfrentan dos problemas importantes: Por un lado, la descripción de la composición de los llamados gases nobles, donde la molecularidad se torna compleja y derivan a otra dimensión conceptual. Por otro lado, la influencia de las condiciones ambientales corrientes del planeta tierra en la conformación molecular de los elementos (el caso de los halógenos), ya que se reconoce que estos, a las condiciones del espacio exterior, por ejemplo, tienden a permanecer en átomos aislados. La solución de estos problemas validaría completamente este referente conceptual para describir la categoría de estructura de las sustancias.

Propiedades de las sustancias. Como el referente que se enfoca al estudio de las propiedades que se atribuyen a las sustancias como consecuencia de su estructura. Se definen entonces conceptos que determinan propiedades específicas y su relación con las características propias de la estructura sustancial. De este modo, se entienden las propiedades macroscópicas de las sustancias como una derivación de esta estructura sustancial. Uno de los ejemplos más dicentes, es el de la solubilidad de una sustancia. Esta está determinada por la resistencia misma de esta a desestructurarse bajo la influencia de otra. El hecho de que una sustancia se disperse en otra para formar una sola fase, es el resultado de la desaparición de su estructura original para acomodarse a la estructura de esta última. Por tanto, para que una sustancia (solute) sea soluble en otra (solvente), su estructura debe ser capaz de acoplarse a la estructura de esta última.

Pero como se vio, la estructura de una sustancia está mediada por su composición molecular. Así, una sustancia compuesta por iones, de características polares, tenderá a disolverse en otras con una estructura polar similar, y de ahí, que "lo similar disuelve lo similar". La solubilidad es solo un ejemplo de la forma en que las propiedades de una sustancia pueden ser interpretadas como una atribución que se deduce de la estructura propuesta. En este punto, el problema sería poder relacionar directamente las propiedades químicas de una sustancia, así como las propiedades físicas.



Aunque se reconoce que la estructura de un compuesto incide en su estado de agregación, por ejemplo, no se puede proceder de esta manera con las características físicas. Queda entonces planteado el problema por el cual, no es completamente válida la descripción de estructura de la sustancia de este referente.

Transformación de las sustancias. Como el referente que aborda la cuestión del cambio químico de la sustancias y lo interpreta como un cambio en su estructura. El concepto de reacción química se construye a partir de la comparación entre estructuras iniciales y finales de los llamados reactivos y el mecanismo de reacción será entonces la descripción del proceso de cambio estructural. Se parte del principio de que toda reacción química genera un cambio en la estructura de las sustancias que participan en ella, y es desde el estudio de este cambio desde donde se puede interpretar el proceso de cambio (mecanismo) y la verificación estequiométrica del cambio químico. Hoy, desde referentes como el de la teoría de las colisiones, se acepta que la estructura misma de los reactivos influye para que haya una reacción química, pero desde el estudio de la estructura de las sustancias es el punto esencial para poder interpretarlas. Restaría entonces indagar si realmente puede interpretarse desde la estructura de las sustancias su actividad química y si las técnicas de verificación tienen sentido desde esta perspectiva.

En consecuencia, los concepto construidos a lo largo del desarrollo histórico de la química, cobran un sentido distinto y se entran en un cuerpo conceptual que caracteriza cada uno de los referentes propuestos anteriormente. Sin embargo, no es la organización de los conceptos desde los referentes el propósito de esta propuesta, sino la interacción de estos referentes entre sí con los constructos en ellos, la que permite una comprensión holística del problema químico.

¿Qué sucede con las relaciones *composición—propiedades, propiedades -- transformaciones y transformaciones-composición?* Desde la propuesta que se presenta aquí, se vuelve compleja. En la medida que se va construyendo la categoría de *estructura de las sustancias*, la visión de referentes aislados va perdiendo sentido. Un concepto enclavado en cualquiera de ellos, adquiere

la interpretación que se requiere para esta propuesta, cuando está relacionado con otros. Es decir, que para hablar, por ejemplo, de estructura molecular para dar cuenta de la composición sustancial, se necesita hablar indefectiblemente de las propiedades macroscópicas de la molecularidad. Sin embargo, la molecularidad se interpreta como condiciones estructurales iniciales desde las transformaciones de las sustancias, lo que hace que un cambio en estas condiciones genere un cambio en la composición y por tanto en sus propiedades.

Lo que se intenta plantear aquí, es la interrelación de los conceptos de un referente conceptual con otro y que la comprensión de estos no puede ser fragmentada. Los conceptos, aunque organizados en los referentes anteriormente descritos, hacen parte de un entramado complejo que genera una visión integral del problema químico. Los referentes propuestos, aunque en primera instancia puedan caracterizarse aisladamente, cuando se encajan para la construcción de la categoría de análisis que se ha propuesto adquieren significatividad, en la medida que se pueden relacionar los conceptos con cada uno de ellos y en la medida que su significado propio se encuentra a través de los otros. Es decir que para poder definir la composición de la estructura de las sustancias, es necesario hacerlo desde sus propiedades y sus transformaciones, y así dar definición a las propiedades de la estructura de las sustancias se hace desde su composición y transformaciones y para poder hablar del cambio estructural de las sustancias como cambio químico, se deben referir a la composición de esta estructura y a las propiedades que se desprendan de esta.

Si bien es cierto, existen argumentos aún no esgrimidos y aclaraciones faltantes para esta propuesta, es una interpretación distinta para abordar el problema químico. A grandes rasgos están presentados los principios que la soportan y los problemas que se puedan presentar para su validación. Por esto se la somete a la crítica de la comunidad académica, dado que es a través de la discusión y en la lógica construcción del conocimiento científico que se permite esto redunde en la consolidación de las ideas propuestas y su consolidación con la perspectiva de análisis y avance de la química como ciencia experimental.

Como referencias bibliográficas se enlistan a continuación las siguientes fuentes:

TRODIO, F. 1995 Los xxx de la ciencia. ¿Por qué y cómo enseñan los científicos. Madrid.

GALLEGO BADILLO, R y PÉREZ MIRANDA, R. 1997. La enseñanza de las ciencias experimentales. Cooperativa editorial Magisterio. Bogotá

GALLEGO BADILLO, R y PÉREZ MIRANDA, R y TORRES DE GALLEGOS L. 1995. La química como ciencia. Una perspectiva constructivista. Actualidad y futuro. V 5 No. 1.

GALLEGO BADILLO, R y PÉREZ MIRANDA, R y TORRES DE GALLEGOS L. 1996. La química básica. Un mapa conceptual. Química y futuro. V 5 No. 2

POPPER, K. 1962. La lógica de la investigación científica. Tecnos. Madrid.

VILLAVECES, L. L. 2001. La enseñanza de la estructura atómica y molecular. Revista TEA.

**SEMINARIO  
DE  
PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA**

**Lunes 7 a 9 A M  
Aula 404 B**

**Departamento de Química  
U. P. N**

**LEY 30  
(Diciembre 29 de 1992)**

**Por la cual se organiza  
El Servicio Público de la Educación Superior**

**Capítulo III**

**Campos y Programas académicos**

Artículo 9. Los programas de pregrado preparan para el desempeño de ocupaciones, para el ejercicio de una profesión o disciplina determinada, de naturaleza tecnológica o científica, o en el área de humanidades, las artes y la filosofía.

También son programas de pregrado aquellos de naturaleza multidisciplinaria conocidos también como estudios de artes liberales, entendiéndose como los estudios generales en ciencias, artes o humanidades, con énfasis en algunas de las disciplinas que hacen parte de dichos campos.

Artículo 10. Son programas de posgrado las especializaciones, las maestrías, los doctorados y los posdoctorados.

Artículo 11. Los programas de especialización son aquellos que se desarrollan con posterioridad a un programa de pregrado y posibilitan el perfeccionamiento en la misma ocupación, profesión, disciplina o áreas afines o complementarias.

Artículo 12.. Los programas de maestría, doctorado y posdoctorado tienen a la investigación como fundamento y ámbito necesarios de su actividad.

Las maestrías buscan ampliar y desarrollar los conocimientos para la solución de problemas disciplinares, interdisciplinarios o profesionales, y dotar a la persona de los instrumentos básicos que la habilitan como investigador en un área específica de las ciencias o de las tecnologías o que le permitan profundizar teórica o conceptualmente en un campo de la filosofía, de las humanidades y de las artes.

Parágrafo. La maestría no es condición para acceder a los programas de doctorado. Culmina con un trabajo de investigación.

Artículo 13. Los programas de doctorado se concentran en la formación de investigadores a nivel avanzado tomando como base la disposición, capacidad y conocimientos adquiridos por la persona en los niveles anteriores de formación.

El doctorado debe culminar con una tesis.



# Seminario de Química

## EL BENCENO Y SU METABOLISMO EN EL SER HUMANO <sup>^</sup>

Marisol Moreno Lobatón <sup>^^</sup>

**L**a interacción constante que se observa en gran parte los seres humanos con su mundo exterior ( fáctico ) y con otros seres vivos ( microorganismos, animales, plantas ) en las diferentes actividades que realiza debido a su profesión u oficio, lo exponen a estar en contacto directo o indirecto con sustancias químicas de bajo, medio o alto riesgo para la salud, que pueden originar enfermedades reversibles o irreversibles, es decir, curables; en donde es posible devolver o detener las reacciones químicas generadas o incurables, en donde no se podrían devolver ni detener los mecanismos de reacción producidos durante el desarrollo de la enfermedad.

Cuando se genera una alteración, a nivel estructural o funcional interna o externamente al cuerpo humano; esta se empieza a manifestar a través de una serie de síntomas, los cuales pueden indicar que el cuerpo se encuentra invadido por un "veneno", sustancia que sin obrar por acción mecánica, al ser puesta en contacto con elementos vivos, les produce alteraciones funcionales u orgánicas, transitorias o definitivas, incompatibles con la salud humana o la vida (Fabre R, 1976), y que por iguales explicaciones es también tóxico.

Las sustancias químicas que pueden intoxicar el organismo humano pueden *absorberse* por *vía digestiva* (cavidad bucal, vía dental), *cutánea*, por irritación local o bien por *disolución del tóxico en las capas lipídicas de la piel*; ya sea que este sana o no.

<sup>^</sup> Ponencia presentada en el Seminario de Química 2001

<sup>^^</sup> Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N.

El *benceno* ( $C_6H_6$ ) es considerado como una sustancia orgánica, altamente tóxica y causante de cáncer en la sangre (la EPA e IARC lo clasifican como carcinógeno para el ser humano) a largo plazo, también, se encuentra dentro del grupo químico de los aromáticos, debido a su "olor o fragancia" y por que es termodinámicamente estable.

El benceno fue identificado y aislado por primera vez en 1825 por el científico inglés Michael Faraday en las tuberías del gas de alumbrado en Londres, al que inicialmente llamó "hidrógeno carburado"; en 1834 se demostró que su fórmula molecular era  $C_6H_6$  pero hasta 1842 se descubrió su existencia en el alquitrán de hulla (carbón de piedra). Este es una mezcla compleja de compuestos orgánicos, sobre todo de hidrocarburos, fenoles y algunos compuestos del nitrógeno, azufre y oxígeno.

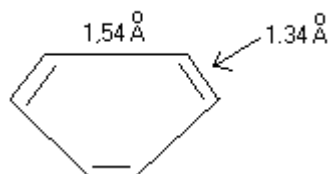
La molécula de benceno es simétrica, presenta un grado elevado de instauración, y es estable cinética y termodinámicamente (Stock L., 1977). La primera indica que es una sustancia poco reactiva y la segunda, que tiene un contenido energético menor del que teóricamente debería tener. Esta cantidad de energía puede determinarse utilizando los calores de combustión o de hidrogenación. Este tipo de estabilidad se puede explicar por las importantes interacciones de origen atractivo entre los núcleos y electrones que constituyen sus enlaces. Los datos mostrados en la *tabla 1* muestran una clara deferencia entre el comportamiento del benceno y una olefina.

Tabla 1. Diferencia de comportamiento entre el benceno y una olefina

CARACTERÍSTICA	BENCENO	OLEFINA
$Br_2$	Inerte	Reacciona rápidamente
$KMnO_4$	Inerte	Se oxida fácilmente
Reacción característica	Sustitución	Adición

El químico alemán *August Kekulé Von Stradonitz* enunció la teoría de la estructura de anillo en 1864, en la que propuso que el benceno debería

ser formulado como una molécula monocíclica con tres enlaces dobles. Esto significaría que existen dos longitudes de enlace carbono—carbono diferentes y por lo tanto el benceno tendría la siguiente estructura



Sin embargo la estructura propuesta por Kekulé no explica el comportamiento químico del benceno.

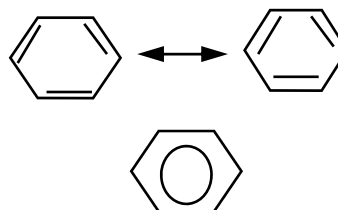
Los científicos del siglo XX desarrollaron en su lugar una descripción molecular orbital de los electrones orbitando por toda la molécula y no por los átomos de carbono. Ladenburg entre 1869- 1874 demostró que los seis átomos de hidrógeno del benceno son geométrica y químicamente equivalentes, por lo tanto sólo forma un producto de monosustitución. Además se establecieron sus propiedades de simetría.

Por otro lado, Bayer propuso que los seis átomos de carbono estaban dispuestos en un hexágono regular plano. La teoría estructural de Kekulé, basada en la representación lineal de los enlaces, era inadecuada, no predice la química del benceno, ni la diferencia entre los dobles enlaces de este y de una olefina y porque representa los electrones pi en enlaces localizados. En la década de 1980, tras nuevos estudios, se ha vuelto a la descripción de Kekulé, aunque con los electrones en órbitas deformadas alrededor de sus átomos concretos (G. W. Wheland propuso la representación circular de los electrones pi).

La molécula de benceno consiste en un anillo de seis átomos de carbono con hibridación  $sp^2$ , unidos a átomos de hidrógeno. Tres de los cuatro electrones de cada átomo de carbono intervienen en los enlaces sigma, el cuarto electrón describe un orbital p. Las estructuras y el símbolo que las relaciona, una flecha de doble sentido, (Fig. 2) indica que los electrones pi no se representan de manera adecuada mediante la formulación convencional, localizados. La estructura de la molécula del benceno se podría pensar por superposi-

ción de las dos estructuras con los enlaces localizados, dicho de otra manera, tal teoría enuncia que cuando se pueden dibujar dos o más estructuras electrónicas equivalentes o casi equivalentes, para la misma molécula, sin cambiar la posición de los átomos, la molécula no puede ser representada por ninguna de ellas sino que es una estructura intermedia entre las representaciones y es más estable que cualquiera de ellas y que tiene características de las dos, un híbrido de resonancia.

Fig. 2. Estructuras equivalentes para el benceno.



*El Benceno* es líquido incoloro, volátil, inflamable, y estable a temperatura ambiente y presión atmosférica normal, de olor característico y sabor a quemado, da vapores tóxicos, posee una acción irritante sobre los tegumentos (destrucción del revestimiento protector de la piel), y una acción ebrio — narcótica que puede producir hasta el coma. La concentración máxima tolerable de vapores de benceno, en el aire, está fijada por la National Safety Council en 100 ppm como límite seguro (Bowditch, Elder, 1939; Hunter, 1939), pero el riesgo puede existir a concentraciones menores.

Insoluble en agua, es miscible en cualquier proporción con disolventes orgánicos, disolvente eficaz de gomas, ceras, grasas y resinas. Es uno de los disolventes más empleados en los laboratorios de química orgánica (en la industria del caucho) y componente de aceites pesados y combustibles para automóvil.

La toxicidad particular y de más gravedad del benceno es sobre los órganos formadores de células sanguíneas —las células de la médula ósea en etapas incipientes de desarrollo, son las más sensibles - (Andrews y Zinder, 1991)



Es considerado como *tóxico hemático*, ya que actúa sobre los hematíes (eritrocitos o glóbulos rojos de la sangre) más específicamente sobre la hemoglobina; como *tóxico leucocitario*, que inhibe la función inmunológica. Estas acciones se manifestarán por el descenso en la concentración de hemoglobina por debajo del nivel normal, *leucopenias*—por alcanzar a las células madres (totipotenciales), generándose una agranulocitosis, manifestaciones hemorrágicas, hasta alcanzar un estado leucemoide.

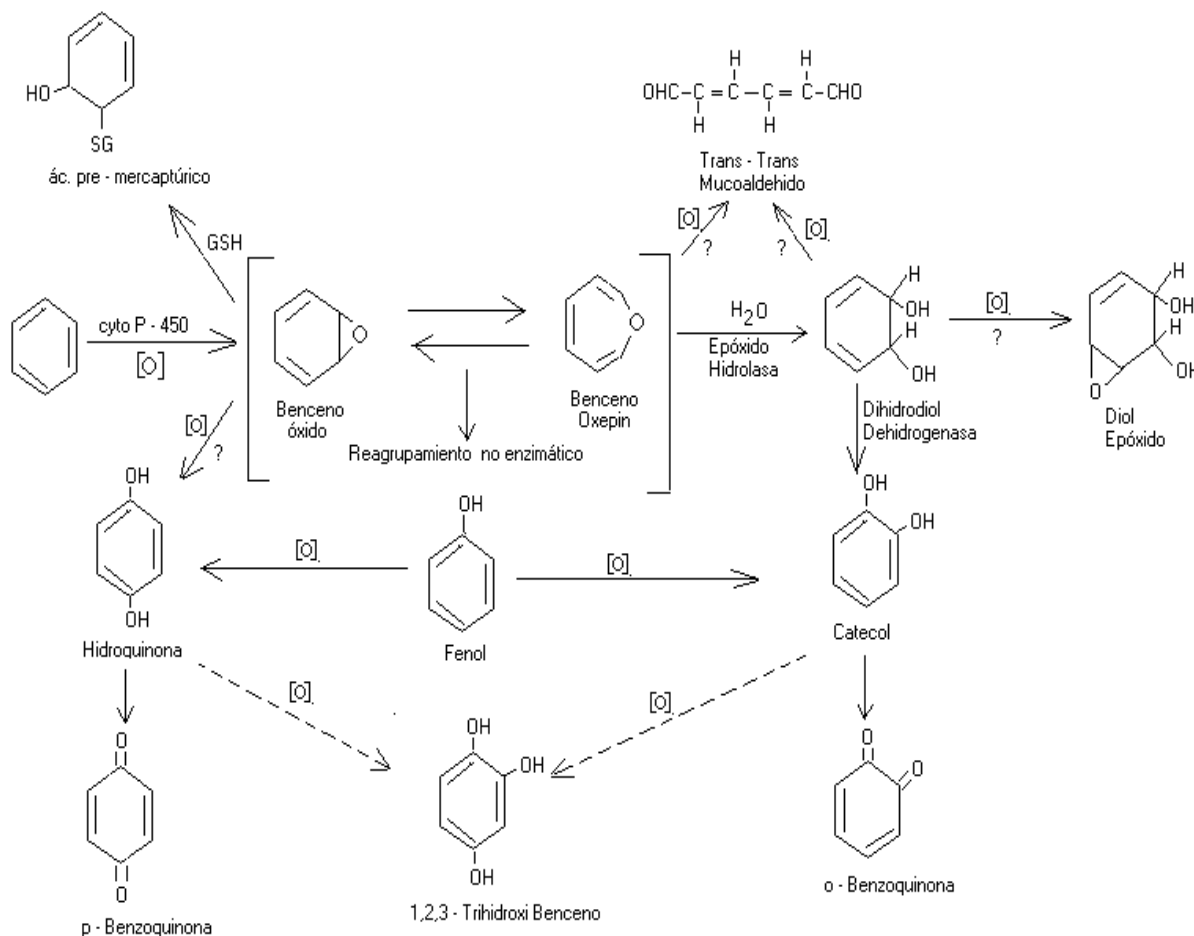
Las mujeres suelen retener un mayor porcentaje del benceno inhalado que los hombres. El benceno tiende a acumularse en los tejidos que contienen gran cantidad de lípidos y atraviesa la placenta.

La transformación metabólica del benceno en animales y humanos parece ser cualitativamente similar (Snyder, 1987). No hay indicación de que la línea de manejo tenga algún efecto marcado sobre los metabolitos formados.

El metabolismo del benceno se realiza principalmente en el hígado y depende básicamente del sistema enzimático del citocromo P—450 IIE1—(Johansson y Ingelman—Sundberg 1988; Koop, 1989; Nakajima, 1990; Chepiga 1991), y en menor grado alcanza tejidos como la médula ósea (Kalf, 1987).

Las transformaciones metabólicas del benceno se muestran en el siguiente esquema:

### Metabolismo Intermediario del Benceno



Existe también un citocromo p -450 en la médula del hueso capaz de metabolizar benceno (Gollmer, 1984). Los compuestos de hidroxilados (fenol, catecol, hidroquinona y 1,2,4 -trihidroxi - benceno) son excretados en la orina como *glucurónidos* y sulfatos etéreos; una parte se destruye por completo hasta ácido mucónico (Jaffe, 1909), y una parte considerable se excreta íntegro por los pulmones. El cerebro y la médula espinal lo contienen en mayor proporción que los demás órganos (Joachimoglu, 1915). La combinación con glutatión y ácido mercaptúrico urinario es considerada como una detoxificación adicional.

Tanto en ratas como en ratones, la formación de metabolitos a través del epóxido parece ser un proceso en el que ambos, metabolismo y toxicidad, son no lineales, es decir, la cantidad de metabolitos tóxicos producidos decrecería una vez el nivel de saturación es alcanzado, mientras que las formas de desintoxicación parecen ser de baja afinidad y capacidad de reacción.

A pesar de todo lo anteriormente descrito, la neuro y la inmunitoxicidad del benceno, no han sido suficientemente estudiadas, ni en animales de experimentación ni el ser humano.

#### BIBLIOGRAFÍA

INTERNATIONAL 1993. Programme On Chemical Safety (JPCS) Environmental health criteria use Benzene. World health organization Geneva..

FABRE R, T. 1976. Tratado de Toxicología, editorial paraninfo primera edición. Madrid .

GOODMAN y GILMAN. 1996. Las bases farmacológicas de la terapéutica, editorial Mc Graw- Hill interamericana, novena edición, volumen 2, novena edición .

SOLLMANN, T.1986. Farmacología, editorial Alhambra, tercera edición .

STOCK, L. M., 1977. Reacciones de sustitución aromática, Editorial Alhambra, primera edición. Madrid

WINTROBE, 1995. Hematología clínica, Editorial Inter. -médica, novena edición, Volumen 3, Buenos Aires.



## Investigación P. P. D. 2

### LA FITOQUÍMICA COMO PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS »

Jaime Sánchez Galindo ~

# E

#### Resumen

El proyecto se centra en el desarrollo de las competencias propuestas en el plan de estudios integrados del colegio INEM "Francisco de Paula Santander"; estas competencias son: comunicativa hermenéutica, científico tecnológica, crítico social, vocacional productiva y valorativa; realizando énfasis en la competencia vocacional productiva.

Para ello se ha diseñado una estrategia pedagógica, la cual busca que los estudiantes de esta institución realicen pequeños proyectos en fitoquímica. Para cumplir con este fin, se realizó un trabajo previo, el cual consistió en darle algunas bases teóricas a los estudiantes acerca de análisis químico orgánico y fitoquímica. Los instrumentos utilizados para establecer el grado de avance de la estrategia fueron: prueba de conocimientos, prácticas experimentales, mapas conceptuales, visita a los laboratorios de la U. P. N., taller, elaboración de proyectos y puesta en práctica de dichos proyectos.

Finalmente se valoró la estrategia con los instrumentos anteriormente mencionados, mostrando que la estrategia propuesta en este proyecto fue efectiva para el desarrollo de las cinco competencias propuestas en el PEI de la institución, en especial la estrategia fue efectiva para el desarrollo de competencias de tipo vocacional productivo.

» Proyecto de práctica Pedagógica y Didáctica III presentado en el colegio INEM "Francisco de Paula Santander" 2001



### Justificación

Actualmente la educación colombiana está encaminada al desarrollo de competencias en los estudiantes, por esta razón, el colegio INEM "Francisco de Paula Santander" J. B. creó un plan de estudios integrado, con el fin de generar el desarrollo de competencias a diferentes niveles: vocacional productiva, científico tecnológica, comunicativa hermenéutica, crítico social y valorativa.

Estas competencias tienen un propósito general, el cual se centra en, "posibilitar la formación de personas inquietas, creativas, interrelacionadas con su entorno, con espíritu científico y actitud transformadora; comprometidas a preservar el hábitat y a mejorar su calidad de vida". Para cumplir con este propósito, el presente proyecto pretende proponer una estrategia pedagógica con el fin de incentivar el desarrollo de las competencias planteadas en el plan de estudios del colegio, haciendo énfasis en el desarrollo de la competencia vocacional productiva, puesto que dicha competencia, según los resultados obtenidos en el trabajo de práctica desarrollado el año pasado, muestra que faltan estrategias pedagógicas y didácticas que permitan el desarrollo de dicha competencia.

### Marco Conceptual

- Competencia:

Diversos autores han definido lo que es una competencia, a continuación se presentan algunas de estas definiciones.

\* "Un saber hacer en contexto, es decir, el conjunto de acciones que un estudiante realiza en un contexto particular y que cumple con las exigencias del mismo "

\* "Acciones que un sujeto realiza cuando interactúa significativamente en un contexto".

\* "Es un saber hacer en contexto o conocimiento implícito en un campo del actuar humano"

\* "Capacidad para hacer un uso creativo de los

conocimientos adquiridos en la escuela y fuera de ella".

En el plan de estudios integrado, del colegio INEM "Francisco de Paula Santander" se plantean cinco competencias básicas y son: comunicativo—hermenéutica, crítico social, científico tecnológica, vocacional productiva y valorativa. Con logros y propósitos específicos para los diferentes ciclos de formación; para el ciclo 3 (décimo y undécimo) que es el ciclo de incumbencia de este proyecto, los logros para las diferentes competencias se pueden observar en el anexo.

- Aprendizaje Significativo:

\* Corriente pedagógica que proviene del constructivismo.

\* Ausubel (1968): considera que el aprendizaje significativo se basa en la construcción y organización de conocimientos preexistentes.

\* Es utilizado en los procesos de enseñanza aprendizaje de conceptos científicos.

\* Propicia el desarrollo de competencias.

### Antecedentes

Algunas de las investigaciones que se han realizado acerca de la evaluación educativa, específicamente la evaluación por competencias en Colombia son:

"De la Aptitud de las Competencias"(Torrado María Cristina, 1999); la Secretaria de Educación Distrital en asocio con la Alcaldía Mayor de Bogotá ha publicado un libro en el cual se recogen las memorias del tercer Foro Educativo Distrital que se realizó con los profesores de Bogotá, "Hacia una Cultura de la Evaluación"(CED 1999); la Universidad Nacional de Colombia también se ha interesado en investigar acerca de la evaluación por competencias, un trabajo es "Competencias y Proyección Pedagógica" (UN 2000); al igual la Universidad Pedagógica Nacional ha realizado investigaciones acerca de este nuevo lineamiento de la evaluación, un trabajo es "Competencias Cognoscitivas un Enfoque epistemológico y didáctico"(Gallego Badillo R, 1999).

Finalmente, en el Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional se han desarrollado algunos trabajos de tesis acerca de la evaluación por competencias y logros, uno de ellos es "Evaluación por logros: un dilema entre la evaluación tradicional y la constructivista" (Buitrago, D, L. 2000).

El diagnóstico general realizado en la práctica pedagógica y didáctica del año pasado, muestra que falta crear estrategias pedagógicas e instrumentos apropiados para determinar si los estudiantes poseen o no competencia vocacional productiva, por este motivo la propuesta planteada para realizar la práctica pedagógica y didáctica del presente año, está encaminada a diseñar instrumentos y estrategias pedagógicas que permitan medir dicha competencia. Se utiliza la Fitoquímica con el propósito de generar las estrategias y los instrumentos más apropiados para desarrollar esta competencia puesto que los conceptos dados en la Fitoquímica permiten extraer sustancias de las plantas y poder identificarlas utilizando diversas técnicas y tecnologías; además, permite que los estudiantes elaboren por sí mismos pequeños proyectos para la extracción e identificación de sustancias químicas, apoyados sobre bases conceptuales sólidas; de aquí nace la pregunta que dirigirá el proyecto de práctica para el presente año: *¿Cómo utilizar la fitoquímica para el desarrollo de competencias: comunicativo hermenéutica, crítico social, vocacional productiva, científico tecnológica y valorativa, planteadas en el plan de estudios, haciendo énfasis en la competencia vocacional productiva, en los estudiantes del colegio INEM "Francisco de Paula Santander" J.B.?*

### Objetivos

- 9 Elaborar una estrategia pedagógica que permita el desarrollo de competencias en los estudiantes; específicamente la competencia vocacional productiva..
- 9 Analizar el efecto que produce la inclusión de ramas de la química que son poco utilizadas en la educación media, como la Fitoquímica para el desarrollo de competencias en los estudiantes.

### Metodología, técnicas e instrumentos de obtención de información:

La metodología que se utilizará para llevar a cabo el proyecto es la siguiente: Se basa en la elaboración de una estrategia pedagógica para potenciar el desarrollo de competencias, específicamente la comunicativa hermenéutica, dicha estrategia se centra en la elaboración de proyectos por parte de los estudiantes, acerca de la extracción e identificación de sustancias químicas presentes en vegetales.

Esta estrategia se sustenta en la corriente constructivista del aprendizaje Significativo, desarrollado por Ausubel. Esta corriente manifiesta que enseñar no es solo proporcionar información, sino ayudar a aprender y para ello el profesor debe tener un buen conocimiento de sus estudiantes, cuáles son sus ideas previas, qué son capaces de aprender en un momento determinado, su estilo de aprendizaje, sus hábitos de trabajo y las actitudes que manifiestan con el estudio de algún tema determinado; por consiguiente, el profesor debe dejar a un lado su papel de transmisor de información y se debe convertir en un orientador y guía de la actividad mental constructiva de sus estudiantes, es decir, el profesor debe permitir que sus estudiantes construyan sus conocimientos, proporcionándoles algunas herramientas pedagógicas y didácticas que lleven al desarrollo de una competencia determinada.

En otras palabras, el profesor debe potenciar el desarrollo de competencias en sus estudiantes mediante diversas estrategias pedagógicas; una estrategia para potenciar el desarrollo de competencias podría ser la que se pretende desarrollar en este proyecto, utilizando el análisis químico orgánico y la fitoquímica como ejes temáticos principales. Siguiendo los principios del aprendizaje significativo, la estrategia pretende desarrollar actividades pedagógicas en las cuales haya participación activa de profesor, estudiantes, (laboratorios, desarrollo de proyectos, talleres, salidas), establecer los conocimientos o ideas previas que poseen los estudiantes (aplicación de un pre test y pre mapa conceptual), indagar el grado de construcción o elaboración de conocimientos que han realizado los estudiantes (aplicación de un post test y post mapa concep-



### Resultados y Análisis

Realizada una triangulación de los resultados obtenidos con los instrumentos utilizados, se puede decir que:

a) En cuanto a la competencia comunicativo hermenéutica:

Los estudiantes continúan desarrollando capacidad de síntesis interpretación y argumentación, puesto que la mayoría de los instrumentos elaborados al hacer el seguimiento a este logro así lo ratifican; en los mapas conceptuales se observa que los estudiantes mejoraron la capacidad de sintetizar la información contenida en una lectura, reflejado en el post-mapa conceptual; en cuanto al taller acerca de la visita a los laboratorios de la UPN, los estudiantes conocieron y analizaron, de una forma aceptable, los diferentes instrumentos utilizados en un análisis químico, de igual manera realizaron una buena síntesis de los pasos a seguir en un análisis fitoquímico; sin embargo, al observar el análisis de los laboratorios se evidencia que en el segundo laboratorio (Cromatografía), los estudiantes desmejoraron en cuanto, a la síntesis y análisis de resultados obtenidos, las causas de esta anomalía se deben básicamente a que, según los estudiantes, "fue un laboratorio muy sencillo y no había nada que analizar"

b) En la competencia critico social, los estudiantes reconocieron el avance científico tecnológico como parte de la evolución de su entorno, ya que los instrumentos elaborados para medir este logro muestran tendencia favorable (taller, proyecto)

c) Para la competencia científico tecnológica, los estudiantes elaboraron proyectos satisfactoriamente, puesto que al hacer el análisis de los proyectos, en fitoquímica, se observa que hubo una gran dedicación y esfuerzo por parte de los estudiantes en su elaboración.

d) De la competencia vocacional productiva se puede decir que, los estudiantes desarrollaron proyectos por iniciativa propia, puesto que ellos estaban en la libertad de escoger la planta que quisieran estudiar y alrededor de ella realizar toda una consulta a nivel bibliográfico; para cumplir

con este propósito los estudiantes aplicaron algunos de los conocimientos vistos en clase y en la visita ala UPN. De esta manera pudieron dar solución a un problema.

### Conclusiones y Recomendaciones

- × La estrategia pedagógica posibilitó el desarrollo de la competencia vocacional productiva y algunos logros que se encuentran inmersos en las competencias comunicativo hermenéutica, científico tecnológica y critico social; planteadas en el plan de estudios del Colegio INEM, "Francisco de Paula Santander".
- × La utilización de la fitoquímica y el análisis químico orgánico facilitaron el desarrollo de competencias en los estudiantes, aplicaron los conocimientos aprendidos en el aula acerca de fitoquímica y análisis químico orgánico en la resolución de problemas; específicamente cuáles son las sustancias presentes en el pino, eucalipto, café, caña de azúcar, maíz, levadura, marihuana, uvas; cómo extraer dichas sustancias y su utilización a nivel industrial.
- × A pesar que solamente se pudo llevar a la práctica un solo proyecto (extracción de la trementina presente en la resina del pino y su utilización en la fabricación de jabones), se puede afirmar que la motivación en los estudiantes es un factor importante en el aprendizaje de conceptos. Para que ellos realizaran sus proyectos se les incentivó con el desarrollo de prácticas experimentales, una salida y una lectura.
- × Los espacios diferentes al aula de clase propician un aprendizaje más dinámico de conceptos químicos, porque por medio de estos espacios. los estudiantes aplican u observan la aplicación de conceptos vistos en el aula y de esta manera se genera un aprendizaje significativo.
- × Como recomendación se puede decir que, la realización de proyectos en fitoquímica puede utilizarse en colegios como instrumento para liderar campañas para mejorar el entorno, concientizando a los estudiantes, y a la comunidad en general, de que se deben preservar los recursos naturales puesto que ellos son la fuente principal de investigaciones que pueden mejorar la calidad de vida de las personas.

## BIBLIOGRAFÍA

- BELMONTE, M. 1997. Mapas conceptuales. Ed: Mensajero S.A. España
- BUENO, J. 1998. Psicología de la educación aplicada.. Ed: CCS. Madrid.
- CED, 1999 Hacia una cultura de la evaluación..Bogotá , Ed: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- ICFES, 1999. Cambios para el siglo XXI. Bogotá.
- INEM, 1997. "Francisco de Paula Santander". PEI. Bogotá .
- INEM, 1999, "Francisco de Paula Santander", Plan de estudios integrados". Bogotá.
- ROJAS, G. 1999. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, Una interpretación constructivista. Ed: Mac Graw Hill. (México)
- VINET, M. 1999. Taller de evaluación de competencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

## **LEY 30** **(Diciembre 29 de 1992)**

### **Por la cual se organiza El Servicio Público de la Educación Superior**

#### **Capítulo III**

#### **Campos y Programas académicos**

Artículo 14. Son requisitos para el ingreso a los diferentes programas de Educación Superior, además de los que señale cada institución, los siguientes:

- a. Para todos los programas de pregrado, poseer título de bachiller o su equivalente en el exterior y haber presentado el Examen de Estado para el ingreso a la Educación Superior.
- b. Para los programas de especialización referidos a ocupaciones, poseer el título en la correspondiente ocupación u ocupaciones afines.
- c. Para los programas de especialización, maestría, doctorado, referidos al campo de la tecnología, la ciencia, las humanidades, las artes y la filosofía, poseer título profesional o título en una disciplina académica.

Parágrafo. Podrán igualmente ingresar a los programas de formación técnica profesional en las instituciones de Educación Superior facultadas para adelantar programas de formación en ocupaciones de carácter operativo instrumental, quienes reúnan los siguientes requisitos:

- a. Haber cursado y aprobado la Educación Básica Secundaria en su totalidad.
- b. Haber obtenido el Certificado de Aptitud Profesional (CAP) expedido por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), y
- c. Haber laborado en el campo específico de dicha capacitación por un período no inferior a dos (2) años, con posterioridad a la capacitación del SENA.

Artículo 15. Las instituciones de Educación Superior podrán adelantar programas en la metodología de educación abierta ya la distancia, de conformidad con la presente ley.

#### **Capítulo III**

#### **De las Instituciones de Educación Superior**

Artículo 16. Son instituciones de Educación Superior.

- × Instituciones Técnicas Profesionales
- × Instituciones Universitarias, o, Escuelas Tecnológicas
- × Universidades.

Artículo 17. Son Instituciones Técnicas Profesionales aquellas facultadas legalmente para ofrecer programas de formación en ocupaciones de carácter operativo o instrumental y de especialización en sus respectivos campos de acción, sin perjuicio de los aspectos humanísticos propios de este nivel.



## Referencia Bibliográfica

### EVALUACIÓN: GUÍA PRÁCTICA PARA PROFESORES

Terry D. Tetlbrink.  
Narcea 1999.

La evaluación es un campo relativamente reciente de investigación en la educación. Las comunidades académicas de especialistas han comprendido cada vez más la importancia de la evaluación para mejorar la calidad de un programa educativo.

En la obra aquí referenciada el autor hace un análisis de las distintas concepciones que han existido sobre la evaluación y muestra cómo la evaluación hoy se entiende como un proceso orientado a la obtención sistemática de información, la formulación de juicios y la toma de decisiones.

La obra se halla dividida en 14 capítulos en los que se tratan temas relacionados con aspectos específicos de cada una de las etapas del proceso de evaluación. En este sentido, a través de distintos ejemplos, se analizan diversos aspectos relacionados con los procesos de preparación y obtención de información a través de diversas técnicas e instrumentos, así como los respectivos análisis que se pueden realizar a la información obtenida por el profesor.

También se describen en detalle los distintos tipos de juicios que se pueden emitir sobre el aprendizaje de los alumnos como son los juicios autoreferidos, los juicios por referencia a una norma y los juicios por referencia a un criterio de dominio.

El autor plantea además, las distintas decisiones que se pueden tomar para mejorar, no solo los procesos de aprendizaje de los estudiantes, sino también la enseñanza del profesor. Se destacan aquí, por ejemplo, la decisiones de selección, de emplazamiento y de tratamiento y los distintos

errores se pueden cometer cuando se toman decisiones.

Adicionalmente, el autor plantea los distintos procedimientos que se pueden emplear para dar a conocer los resultados del proceso de evaluación a los distintos componentes del proceso educativo (padres, directores, profesores) y cómo este conocimiento puede contribuir a la orientación adecuada de un programa educativo.



### Medio informativo del sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica

Departamento de Química

Universidad Pedagógica Nacional

### SEMINARIO DE PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA

Lunes 7 a 9 A M  
Aula 404 B

Departamento de Química  
U. P. N.

*ESPERE EL No. 38 DE . . .*

