

## La investigación como estrategia didáctica en el laboratorio de química bioinorgánica

**Ismael Soto López**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
[issolo2003@yahoo.com.mx](mailto:issolo2003@yahoo.com.mx)

**Lidia Meléndez Balbuena**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
[Imbalbuena@hotmail.com](mailto:Imbalbuena@hotmail.com)

**Alejandra Castro Lino**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
[alcastro1228@yahoo.com.mx](mailto:alcastro1228@yahoo.com.mx)

**Marco Antonio González Coronel**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
[alukar3@hotmail.com](mailto:alukar3@hotmail.com)

**Abraham Jiménez Hernández**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

### Objetivo

Se pretende fomentar la investigación en el alumno que cursa el laboratorio de Química Bioinorgánica, como una estrategia adecuada para la construcción de conceptos, procedimientos y actitudes.

### Introducción

Sin duda, la actividad práctica y en el laboratorio constituye un hecho que distingue a la enseñanza de la química. Es evidente que los trabajos prácticos son decisivos en el aprendizaje de esta ciencia, caracterizándola como la actividad donde los estudiantes, al interactuar con fenómenos reales y al darles solución, logran un aprendizaje significativo. Su objetivo es mostrar al alumno los fenómenos naturales y enseñarle a solucionar problemas reales, haciendo concreto aquello aparentemente sólo abstracto (HODSON, 1994).

No obstante, la química también se puede aprender mediante la exploración y la investigación de problemas, que se plantean en forma de proyectos; se trata de incluir tareas de investigación, de presentar problemas a los que hay que dar respuesta a través de actividades prácticas que se lleven a cabo por medio de la planificación y el desarrollo de una metodología experimental. Sin lugar a dudas, estas actividades incrementan la autonomía del alumno, quien debe tomar decisiones relacionadas con el diseño, la planificación y la realización del trabajo. Dichas actividades de investigación van abriendo nuevos horizontes y planteando nuevas exigencias a los estudiantes, la respuesta a una pregunta desencadena nuevas preguntas y el logro de una habilidad mueve al estudiante a alcanzar otras habilidades más elevadas (CAAMAÑO, 1992). En este sentido, se propone implementar actividades experimentales dirigidas a la investigación, en las cuales progresivamente se va incrementando el nivel de investigación como estrategia para la construcción de conceptos, procedimientos y actitudes. La estrategia consiste en la modificación del sistema clásico de enseñanza/aprendizaje que se lleva a cabo en dicha asignatura, de modo que se ayuda a desarrollar en el alumnado conocimientos a partir de la resolución de situaciones basadas en problemas abiertos y la investigación dirigida. Se pretende fomentar la investigación, en el alumno que cursa el laboratorio de química bioinorgánica, como una estrategia adecuada para la construcción de conceptos, procedimientos y actitudes.

## Desarrollo

La química bioinorgánica es una asignatura de carácter teórico-experimental, con un enfoque inorgánico, se imparte en la carrera de químico farmacobiólogo de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. La estrategia de investigación dirigida es aplicada a estudiantes, conformándose 6 equipos de trabajo con cuatro integrantes por equipo. La propuesta se ha diseñado basándonos en el modelo didáctico de investigación dirigida, aborda la problemática de determinar experimentalmente a través del análisis químico cualitativo la presencia de bioelementos, principalmente iones metálicos en alimentos. Dicha propuesta se concreta en una secuencia de actividades que tratan de despertar la curiosidad y el interés de los alumnos por el problema que se aborda; se parte de las ideas previas de los alumnos, que a modo de hipótesis, son contrastadas y discutidas, se favorece, asimismo, su tratamiento y evolución, buscando información, introduciendo nuevas ideas y aplicándolas a diversas situaciones.

A continuación se describe la secuencia que siguen los pasos:

1.- El profesor les plantea a los alumnos esta actividad como un problema que tienen que resolver y con la idea de facilitar el proceso de investigación les hace una serie de preguntas que les sirven de guía para que puedan indagar, descubrir y redescubrir. Por ejemplo: ¿qué alimentos contienen los elementos metales necesarios para el buen funcionamiento del organismo? (¿realmente las espinacas contienen hierro?), ¿en que proporción se encuentran?, ¿cómo muestrear?, ¿qué es una muestra?, ¿de qué tamaño debe de ser una muestra?, ¿cómo se preparan las muestras para el análisis químico?, ¿qué reactivos químicos son utilizados en cada caso (dependiendo del metal presente), ¿cómo interpretar y reportar los resultados de un análisis?

2.- En grupos reducidos, los alumnos abordan el problema a investigar, siempre bajo la supervisión del profesor y procurando que en el proceso de investigación estén implicados la ética y los valores que ayuden a discutir e introducir aspectos científicos relacionados con la química.

3.- Los alumnos planean la forma y secuencia como van a abordar el problema para resolverlo, para lo cual diseñan una serie de actividades:

#### **Actividades planteadas y realizadas**

Revisión bibliográfica

Elección de las muestras

Análisis de las características de la muestra (vegetal o animal, tamaño)

Orientación por parte del profesor

Tratamiento adecuado de la muestra para el análisis químico

Técnica analítica aplicada (preparación de los reactivos a utilizar, preparación del material y equipo analítico)

Interpretación de los resultados obtenidos

Reporte de los resultados

#### **Realización de la actividad**

1.- Una vez planteado el problema, los alumnos a través de una investigación bibliográfica, utilizando libros, revistas y páginas de internet, recopilaron información relacionada con la elección, características y tratamiento de la muestra, así como con el establecimiento de las técnicas analíticas adecuadas, en cada caso, para la identificación de elementos químicos.

2.- En la sesión de laboratorio, los alumnos compartieron su información con todo el grupo, discutiendo la forma como se debe elegir y preparar una muestra para su análisis químico.

3.- La etapa de orientación por parte del profesor es una de las más importantes, pues de ella va a depender la planificación, la ejecución, el control y autocontrol que el estudiante pueda realizar del proceso; se tiene en cuenta la formación de procedimientos generales para poder solucionar las tareas. Con el auxilio de la orientación, el alumno debe conocer cuál es el objetivo de la actividad, relacionándolo con los resultados que se esperan, los procedimientos para la disolución, las condiciones, etcétera.

4.- Cada equipo eligió una muestra de origen vegetal y una de origen animal de algún alimento para realizar el análisis químico cualitativo e identificar los elementos que contiene. En la tabla 1 aparecen las muestras elegidas por cada equipo de estudiantes.

La tabla 1. Muestras elegidas por los estudiantes.

<b>Equipos de 4 alumnos</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tipo de muestra</b>
<b>1</b>	espinacas	vegetal
<b>2</b>	jugo de fruta	vegetal
<b>3</b>	frijoles	vegetal
<b>4</b>	cascarón de huevo	animal
<b>5</b>	suero sanguíneo	animal
<b>6</b>	hueso	animal

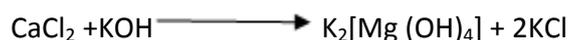
5.- Con la información obtenida del proceso de investigación, los estudiantes procedieron a tratar la muestra elegida.

En la tabla 2 aparecen las formas en que deben ser tratadas una muestra animal y una vegetal.

TÉCNICA PARA EL TRATAMIENTO DE UNA MUESTRA	
<p><b>Muestra vegetal: (fundamento)</b></p> <p>1.- Digestión ácida: Como el fundamento es eliminar la base molecular de carbón, entonces se lleva la muestra a digestión ácida por medio de ácidos concentrados oxidantes (nitríco o sulfúrico) hasta obtener una solución transparente.</p> <p>2.- Calcinación: Otra opción es calcinar la muestra a temperaturas cercanas a 400 grados centígrados hasta obtener cenizas solubles en solución acuosa ligeramente ácida y obtener una solución transparente.</p>	<p><b>Muestra animal: (fundamento)</b></p> <p>1.- Digestión ácida: Para el caso de muestras con base de compuestos más iónicos, como es el caso de cascarón de huevo, caparazones o hueso, solamente será necesario disolver la estructura en medio ácido como el clorhídrico.</p> <p>2.- Calcinación: Es recomendable para muestras con base molecular más compleja, hasta obtener cenizas solubles en solución acuosa ligeramente ácida.</p>

Tabla 2. Técnicas para el tratamiento de una muestra

6.- Por último, procedieron a identificar los metales contenidos en las muestras utilizando el reactivo químico adecuado. La tabla 3 muestra los reactivos utilizados para la identificación de cada metal, dando las siguientes reacciones.



Elemento (Sugerido)	Reactivo	Color esperado
Fe <sup>+2</sup>	Tiocianato de potasio	rojo intenso
Cu <sup>+2</sup>	Oxalato de potasio	azul claro
Mg <sup>+2</sup>	Hidróxido de potasio	gel
Ca <sup>+2</sup>	Hidróxido de potasio	precipitado blanco
K <sup>+</sup>	Cobaltinitrito de sodio	naranja

Tabla 3. Muestra los reactivos utilizados para la identificación

7. Finalmente, los estudiantes reportan sus resultados obtenidos.

Equipos de 4 alumnos	Muestra	Elementos metálicos identificados
1	espinacas	Fe <sup>+2</sup> , Cu <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup> , Ca <sup>+2</sup> , K <sup>+</sup>
2	jugo de naranja	K <sup>+</sup> , Mg <sup>+2</sup> , Ca <sup>+2</sup> , Fe <sup>+2</sup>
3	frijoles	Fe <sup>+2</sup> , Ca <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup> , K <sup>+</sup>
4	cascarón de huevo	Ca <sup>+2</sup> , Fe <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup>
5	suero sanguíneo	Ca <sup>+2</sup> , Fe <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup>
6	hueso	Ca <sup>+2</sup> , Fe <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup> , Cu <sup>+2</sup>

## Conclusiones

Se logró interesar a los estudiantes en las técnicas de análisis que pueden ayudar a responder sobre el contenido de elementos metálicos benéficos para los organismos vivos en los alimentos, así como en la práctica de las técnicas, el muestreo y la preparación de las muestras para el análisis químico.

La posibilidad de que las personas cercanas a ellos, como su familia o amigos, les preguntaran sobre ello (¿qué contiene tal o cual cosa?), ayudó. Los estudiantes comenzaron a hacerse preguntas y a no conformarse con la primera respuesta; diseñaron sus procesos de trabajo activo, relacionándolos con los procesos químicos. Todas estas son actividades que hacen que el estudiante muestre lo que de verdad piensa y comprenda mejor los temas de investigación;

asimismo, despiertan en él la necesidad de aprender haciendo y no sólo viendo o practicando una especie de receta de cocina. Por el contrario, la práctica lo estimula a consultar textos, a observar, a entrevistar, a discutir con docentes y compañeros, reflexionar, observar, experimentar y practicar la teoría.

## Bibliografía

Arellano, M. J. Y Lazo I.S. (1999). Evaluación del logro de las competencias básicas en el laboratorio de química general, *Educ. Quim.*, 10(1) 49, 1999.

Barberá, O Y Valdés. P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*. 14 (3). pp. 365-379.

Brumblay, U. Ray.(1986). Análisis Cualitativo. *El tutor del estudiante*. Ed. CECSA, pp. 123- 139.

Caamaño, A. (1992). “Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de innovación educativa*, 9, pp. 61-68.

Escudero E., T. (1995). La evaluación de las actividades científicas. *Alambique. Didácticas de las ciencias experimentales*. Graó Educación. No. 4.año 11. Barcelona, pp. 34.

Hodson, D. (1994). “Hacia un enfoque más crítico del trabajo en el laboratorio”. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), pp. 299-313.

Tamir, P Y García, M. P. (1992) *Characteristics of laboratory exercises included in science textbooks in Catalonia*. *International journal of Science Education*, 14 (4), pp. 381-392.