

# La indagación y resolución de problemas, un área emergente en la educación química

Kira Padilla Martínez\*

## ABSTRACT (Inquiry and problem solving, an emergent issue in chemistry education)

In this special issue we try to show why is inquiry important to science education and how it could be implemented in our scholar system. It is showed as a good strategy to improve some scientific abilities as posing questions, problem solving, modeling, developing experimental strategies, arguing, etc.

**KEYWORDS:** inquiry, science teaching, thinking skills

En años recientes, en México se ha mostrado la importancia de mejorar el sistema educativo. Para ello, la Secretaría de Educación Pública (SEP) ha reformado los planes y programas de estudio; de esta forma en el presente sexenio se han realizado dos reformas sustanciales, la primera en 2009, y la última y más reciente, en 2011. En esta última fueron reducidos sustantivamente los contenidos, dejando sólo aquellos que se considera son acordes al nivel cognitivo y edad de los estudiantes. Esta reducción en los contenidos disciplinares sugiere una dedicación mayor, por parte de los docentes y los estudiantes, para generar una construcción significativa del conocimiento, así como un mejor desarrollo de las “competencias para la vida” (Rieb, 2011) que se espera alcancen los estudiantes al terminar sus estudios básicos. Es también en esta reforma donde se anexan las “Guías del maestro”; en éstas se propone de forma explícita el uso de la indagación en las aulas:

A nivel internacional se pretende que la enseñanza de la ciencia se fundamente en estrategias de indagación. Dado que la Biología, la Física y la Química son ciencias experimentales que hacen uso de modelos teóricos de explicación, es indispensable el uso de modelos materiales, computacionales y representacionales; así como de diversos tipos de estrategias experimentales que conduzcan al desarrollo de habilidades de pensamiento científico, entre ellas: el cuestionamiento, la búsqueda de respuestas, la reflexión y la argumentación con base en información recabada a través de los experimentos o a través de la búsqueda bibliográfica.” (Ciencias, 2011)

Sin embargo, surge una pregunta fundamental: ¿es posible generar mejores currículos sin haberles dado una mejor formación a los maestros? La respuesta es no, de nada sirve tener los mejores planes y programas de estudio con un enfoque constructivista que además permita el desarrollo de habilidades de pensamiento, valores y actitudes si nuestros profesores no han cambiado su enfoque y, si además, se les carga de actividades extra académicas. Tampoco podemos aspirar a que los profesores de básica (primaria), que en realidad son lo que llamo “todólogos”, puedan enseñar matemáticas, español, ciencias naturales, geografía, historia, formación cívica y ética, educación física, educación artística, etc., exigiéndoles además una excelencia académica. Vale la pena plantear la necesidad de empezar a dividir responsabilidades; es decir, tener profesores que enseñen español, otros que enseñen matemáticas y ciencias naturales, otros que enseñen historia, geografía, educación cívica y ética, y así sucesivamente. De esta forma, considero que podríamos aspirar a mejorar la calidad de nuestros docentes y, como resultado innegable, la calidad de la educación básica en México.

Sin embargo, vale la pena mencionar que generar una “especialización” de la enseñanza, es un requerimiento indispensable, pero no necesariamente conllevará un cambio en la calidad educativa si no se generan docentes más reflexivos y por tanto más concientes de las necesidades de los estudiantes. Un ejemplo claro es lo que “hacemos” en los laboratorios de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. En la mayoría de los cursos de laboratorio se lleva un manual de prácticas, en donde al alumno se le dice qué hacer y cómo hacerlo paso a paso (recetas de cocina), casi nunca se le da la oportunidad de investigar o sugerir alguna metodología que responda a una pregunta de investigación. Es decir, dejamos que desarrollen habilidades procedimentales, pero muy pocas veces les permitimos desarrollar habilidades de pensamiento científico. A pesar de ello, cuando nuestros estudiantes elaboran su trabajo de tesis les exigimos una serie de habilidades y actitudes que no han desarrollado y valdría la pena desarrollaran poco a poco durante su estadia en la Facultad. Esto necesariamente requiere un cambio en el enfoque de la enseñanza experimental y, por tanto, un cambio en la forma de pensar de los docentes, que son especialis-

---

*Educación Química* agradece a Kira Padilla Martínez por su labor como coordinadora de la sección “Áreas temáticas emergentes de la educación química [Indagación y resolución de problemas]”, desde la definición de los participantes, su seguimiento a lo largo de meses de trabajo intenso, hasta la elaboración de esta editorial.

\* Facultad de Química, UNAM. Circuito Escolar S/N Ciudad Universitaria., 04510 México, D.F.

**Correo electrónico:** kira@unam.mx

tas en química, pero pocos se han preocupado por formarse en didáctica. De entrada requerimos un enfoque que propicie la indagación, partiendo de profesores indagadores. Tal vez, con la revisión que se está haciendo a los planes de estudio de las cinco carreras que se imparten en la facultad, valdría la pena proponer este cambio tan necesario en el enfoque de la enseñanza experimental.

Así pues, vale la pena empezar a reflexionar sobre qué es la indagación y qué podemos hacer si fomentamos un cambio de enfoque en la enseñanza experimental de la Facultad. En este sentido, Caamaño (2003) comenta que existen muchas formas de pensar el trabajo experimental, y que éste puede ser más o menos abierto dependiendo de qué es lo que se busca que los estudiantes aprendan. Caamaño dice que el propiciar un nivel de apertura en los trabajos experimentales fomenta la construcción del conocimiento, la comprensión de los procesos científicos y el aprender a investigar. Y es aquí donde surge una nueva pregunta: ¿queremos que nuestros egresados sólo repitan conceptos y que sean operacionales (en el sentido de que para solucionar un ejercicio o problema requieren de la fórmula sin hacer una reflexión)? O ¿queremos formar científicos que comprendan los conceptos y que aprendan a visualizar todas las posibles soluciones que puede tener un problema?

Este número especial trata, precisamente, de un enfoque de enseñanza de las ciencias que favorece el desarrollo de habilidades de pensamiento científico: la indagación. Empezamos con un primer artículo que nos habla de cómo surge la indagación, cuáles son las concepciones que existen sobre ella y cómo es utilizada para la enseñanza, y además plantea lo que se ha hecho en México en años recientes (Reyes y Padilla, 2012). Así pues, en este artículo se muestra cómo la idea de que los estudiantes “hagan ciencia” empieza a ser decisiva en la enseñanza en todos los niveles educativos. En este sentido, vale la pena remarcar que no es lo mismo la ciencia escolar que la investigación científica y esto es algo que como docentes debemos tener muy claro. En la ciencia escolar se busca que los estudiantes construyan un conocimiento que ya es aceptado por la comunidad científica y, por lo tanto, está acotado; en la investigación se busca generar nuevos conocimientos y descubrimientos.

El siguiente artículo, escrito por Lissete Van Rens (2012), se presenta una investigación realizada con estudiantes de bachillerato en la asignatura de química. El estudio se realizó en Alemania, Brasil, Holanda y Polonia, y se buscó construir una comunidad simulada de investigación, donde los alumnos deberán realizar una indagación abierta sobre el tema de fermentación. Esto es, se les plantea una situación problemática la cual deberá ser resuelta en equipos (se fomenta el trabajo colaborativo). Además, se busca que escriban un artículo y que éste sea revisado por sus pares. Es decir, se les pidió a los alumnos que desarrollaran las siguientes actividades: i) planeamiento de la pregunta, la cual fue evaluada y categorizada; ii) la proposición del procedimiento experimental para contestar la pregunta, en este caso se considera el tipo de varia-

bles, la precisión y la viabilidad del experimento; iii) la presentación de los resultados; iv) la interpretación de los datos, así como la discusión y las conclusiones, y v) finalmente la evaluación que hacen sus compañeros del artículo presentado. Si analizamos el proceso, en realidad, se les está pidiendo a los estudiantes que hagan investigación y que esa investigación (al menos el artículo final que escriban) sea evaluada por sus pares, tal cual sucede en el ámbito científico. Bien vale la pena leer este artículo, tratar de hacer algo similar en nuestra clase y pensar ¿qué pueden aprender nuestros alumnos con un aprendizaje similar?

¿Por qué enseñar ciencias a través de la indagación? Es una pregunta a la cual tratan de dar respuesta Chernicoff y Echeverría (2012), ambos profesores de Física de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Los autores narran su experiencia en la enseñanza de la Física a estudiantes con serias dificultades de formación, tanto en ciencias como en español y matemáticas. Sin embargo, deciden enseñar Física haciendo uso de la indagación orientada. Los resultados que muestran son alentadores, ya que han conseguido logros con estudiantes que, en principio, son rechazados por los otros sistemas educativos. Esto debe permitirnos hacer una reflexión sobre la necesidad de cambiar el enfoque de la enseñanza de las ciencias en las escuelas y universidades.

Una de las habilidades que se deben desarrollar cuando se hace indagación es aprender a construir, usar y comprender modelos científicos. Entendiendo los modelos como aquellas construcciones matemáticas, físicas, analógicas o mentales que ayudan a explicar y organizar las observaciones, permiten la simplificación de fenómenos complejos o hacen evidente un concepto abstracto y permiten desarrollar un marco de referencia para generar investigaciones futuras. Para ello Schwartz y Skjold (2012) desarrollaron una investigación para estudiar cómo entienden la idea de modelo los estudiantes de biología que están tomando cursos para enseñar ciencias en primaria y secundaria. La idea es que los maestros en formación comprendan qué son los modelos, para qué se utilizan y cuál es el poder explicativo que tienen. Para ello decidieron estudiar a la molécula del ADN y empezaron con una serie de preguntas, algunas de ellas son: 1) si nadie ha visto al ADN, ¿qué tipo de información usaron los científicos para construir el modelo de ADN?, 2) ¿qué trataban de explicar con ese modelo?, 3) considerando el primer modelo de ADN construido por Watson y Crick y que fue evaluado por Rosalind Franklin, ¿qué aspectos del modelo pudo criticar Franklin?, etc. La idea general es que los alumnos diseñen, construyan y presenten modelos funcionales de los procesos de traslación y que puedan criticarlos y discutir sus fortalezas y debilidades. De esta forma los estudiantes pueden reflexionar sobre la importancia de los modelos en ciencias, comprender que éstos deben adaptarse al fenómeno y no viceversa, y que además tienen un alcance explicativo definido.

Finalmente, Garritz (2012) presenta una revisión bibliográfica de una serie de proyectos recientes basados en la indagación en Química alrededor del mundo y en diferentes

niveles educativos. Hace una revisión breve de lo que se está entendiendo por indagación y analiza lo que, desde la perspectiva del conocimiento pedagógico del contenido, es comprendido por esta idea.

Esperamos que con este número especial el lector pueda construir su propia idea de lo que implica el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la indagación y se anime a cambiar su enfoque de enseñanza (si es que no lo utiliza) para que, desde nuestra perspectiva, los estudiantes puedan desarrollar habilidades de pensamiento científico, además de actitudes y valores hacia la ciencia y la sociedad.

## Bibliografía

- Ciencias. Guía del maestro*. Secretaría de Educación Pública 2011.
- Caamaño, A., El trabajo práctico. En: Jimenez Aleixandre, M. P. (coord.). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Editorial Graó 2003.
- Chernicoff, L. y Echeverría, E., ¿Por qué enseñar ciencia a través de la indagación? Un caso en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), *Educ. quím.*, **23**(4), 432-450, 2012.
- Garriz, A., Proyectos educativos recientes basados en la indagación de la química, *Educ. quím.*, **23**(4), 458-464, 2012.
- Reyes-Cárdenas, F. y Kira Padilla, K., La indagación y la enseñanza de las ciencias, *Educ. quím.*, **23**(4), 415-421, 2012.
- Schwartz, R. y Brandy Skjold, B., Teaching about Scientific Models in a Science Content Course, *Educ. quím.*, **23**(4), 451-457, 2012.
- van Rens, L., Pre-University Chemistry Inquiry Learning. *Educ. quím.*, **23**(4), 422-431, 2012.

---

## DIRECTORIO

---

### CONSEJO DIRECTIVO

*Dr. Francisco José Barnés de Castro*  
Director Fundador

*Dr. Jorge Manuel Vázquez Ramos*  
Director de la Facultad de Química,  
UNAM

*Dr. Eduardo Bárzana García*  
Secretario general de la UNAM

*Dra. Suemi Rodríguez Romo*  
Directora de la Facultad de Estudios  
Superiores Cuautitlán

*Dra. Cecilia Anaya Berrios*  
Presidente Nacional de la Sociedad  
Química de México

### Director

*Andoni Garriz Ruiz*  
(andoni@servidor.unam.mx)

### Subdirectora

*Gisela Hernández Millán*  
(ghm@servidor.unam.mx)

### Editor

*Arturo Villegas Rodríguez*  
(arturovr@gmail.com)

### Consejo Editorial

Carlos Amador Bedolla  
Silvia Bello Garcés  
Adela Castillejos Salazar  
José Antonio Chamizo

Enrique González Vergara  
Hermilo Goñi  
Gisela Hernández  
Jorge G. Ibáñez Cornejo  
Glinda Irazoque  
Rafael Martínez Peniche  
Ana Martínez Vázquez  
María Teresa Merchand Hernández  
Adolfo Obaya Valdivia  
Laura Ortiz  
Aarón Pérez Benítez  
Clemente Reza  
Alberto Rojas  
Yadira Rosas  
Plinio Sosa Fernández

### Consejo Editorial Internacional

Marta Bulvik (Ministerio de Educación,  
Argentina)  
Cecilia I. Díaz V. (Panamá)  
Manuel Fernández Núñez (Universidad  
de Cádiz, España)  
Gabriel A. Infante (Pontificia Universidad  
Católica de Puerto Rico)  
Mercè Izquierdo Aymerich (Universidad  
Autónoma de Barcelona, Catalunya)  
María Gabriela Lorenzo (Universidad de  
Buenos Aires, Argentina)  
Rómulo Gallego (Universidad Pedagógica  
Nacional, Colombia)  
Manuel Martínez Martínez (Universidad  
de Santiago, Chile)

Mansoor Niaz (Universidad de Oriente,  
Venezuela)  
José Claudio del Pino (Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul, Brasil)  
Mario Quintanilla Gatica (Pontificia  
Universidad Católica de Chile)  
Andrés Raviolo (Universidad Nacional  
del Comahue, Argentina)  
Joan Josep Solaz-Portolés (Universitat de  
Valencia, España)  
Santiago Sandi-Ureña (University of South  
Florida, USA)  
Vicente Talanquer Artigas (University  
of Arizona, USA)  
Jesús Vázquez-Abad (Université de Montréal,  
Canada)  
Amparo Vilches (Universitat de València,  
España)  
Jaime Wisniak (Ben-Gurion University  
of the Negev, Israel)  
Lourdes Zumalacárregui (Instituto Superior  
Politécnico "José Antonio Echeverría",  
Cuba)

**Edición electrónica**  
Guadalupe Rangel Esparza /  
Caligrafía Digital, SC  
Tel.: (55) 4352 2030  
educacion.quimica@gmail.com

**Asistentes coordinadores**  
Gabriela Araujo  
Filiberto Chávez

### Impresión

Formación Gráfica, SA de CV  
Matamoros # 112  
Col. Raúl Romero  
Tel. (55) 5797 6060  
57630, Edo. de México.

### Grupo de Apoyo a Educación Química

*Suscripciones benefactoras adquiridas*  
José Luis Mateos Gómez  
(Fundador)  
Francisco Barnés de Castro  
Adela Castillejos Salazar  
José María García Sáiz  
Gustavo Tavizón Alvarado  
Kira Padilla  
Zoila Nieto Villalobos  
Rodolfo Álvarez Manzo  
Jesús Guzmán García  
Eduardo Rojo y de Regil  
Silvia Bello Garcés  
María del Carmen Wachter Rodarte  
Eneko Belauteguigoitia  
Antonio Valiente  
Plinio Sosa Fernández  
José Manuel Méndez Stivalet