

# La investigación como enseñanza\*

J.J. Lagowski

Editor del *Journal of Chemical Education*

Si el sistema de educación química consiste en ofrecer a los estudiantes una visión exacta de todo lo que se conoce acerca de la química, ciertamente un aspecto crucial es transmitirles la importancia de esta ciencia y su naturaleza cambiante. En primera instancia, en los cursos básicos nada más esperamos presentar la estructura actual de la química —su lenguaje, sus ideas principales y sus interrelaciones, además de lo que pensamos de ella. No obstante, si sólo nos quedamos en eso, les estaremos haciendo un perjuicio a los alumnos. Una exposición del estado actual del tema no favorece un discernimiento en cuanto a sus posibilidades de cambio. De hecho, ense-

ñar a los alumnos la importancia y "vitalidad" de la química —cómo cambia esta ciencia—, no se logra frecuentemente con éxito en el salón de clase. En ocasiones, los alumnos lo perciben como una árida exposición de "piezas históricas", ligeramente vinculadas con la realidad actual. Un "enfoque histórico" fracasa casi siempre si se intenta durante el inicio del desarrollo del estudiante, particularmente si se realiza antes de que se logre un entendimiento adecuado del estado actual de la química.

Una buena técnica para enseñar a los estudiantes la naturaleza cambiante de la química consiste en la exposición temprana de los meca-

nismos por los cuales ocurren dichos cambios en la ciencia, es decir, mediante la investigación, lo cual quizá se realiza de mejor manera en un laboratorio. La carencia de conocimientos profundos y complejos por parte de un alumno principiante parece no ser tan perjudicial, dentro del laboratorio, como en un contexto didáctico.

Por ejemplo, la preparación de un nuevo derivado desconocido de ferroceno, es un reto para un alumno principiante que no entiende los matices de las teorías de enlace o las estructuras. El reto para el estudiante implica relacionar las expe-

*Pasa a la siguiente página* ➤



\* Editorial del *Journal of Chemical Education*, 66, (4), 273 (1989).  
Reproducido con autorización del editor. Traducción de la Mtra. Lucía Álvarez.

☛ viene de la página anterior

riencias pasadas de aquellos químicos que trabajaron en esta área, lo cual requiere incursionar dentro de la bibliohemerografía, y llevar a cabo una síntesis que pueda desarrollar. Aquellos que han intentado este proceso, conocen perfectamente la diferencia entre escribir ecuaciones en una hoja de papel y la realidad de obtener un producto final aceptable. Además, el "hacer" de la síntesis puede convertirse en un logro personal mayor; por ejemplo, al deshidratar disolventes, trabajar bajo una atmósfera inerte, purificar productos y tomar medidas apropiadas para caracterizar el producto purificado; todo esto es un reto para el que se inicia.

Un principiante puede aprender mucho acerca de la resolución de problemas en su propio contexto intelectual y acerca de la inmutabilidad de la naturaleza, a través de experiencias como las señaladas. Es obvio que el objetivo del trabajo del alumno no es necesariamente la resolución de un "gran" problema químico. Sin embargo, finalmente el trabajo puede encontrar una salida mediante su publicación, en un contexto adecuado. El objetivo del ejercicio es el desarrollo del estudiante, no la investigación que logre. Si en el ejemplo ilustrado, el compuesto en cuestión es o se constituye en algo importante en determinado contexto, será un beneficio accidental. La parte más importante de la experiencia de la investigación orientada es el conocimiento y las habilidades —ambas, intelectuales y físicas— logradas por el alumno.

Ciertamente, el proceso de investigación puede o no producir un resultado que sea de interés para la comunidad química, o bien para las personas con tendencia práctica, pero desde un punto de vista pedagógico, ésta no es la razón para involucrarse en dicho proceso, sino más

---

La función de la actividad investigativa se ha confundido dentro del sistema de la educación científica. Su propósito en ese contexto es mejorar la capacidad de las personas.

---

bien el beneficio y el desarrollo del alumno, ya sea de licenciatura o de posgrado. Marshall McLuhan, al discutir el impacto de la televisión, argumentó que el medio y el mensaje emitido se confundían con frecuencia; en efecto, su tesis era que el medio, la mayoría de las veces, era el mensaje, algo que no advertían muchos comentaristas de ese tiempo.

En cierta forma, la función de la actividad investigativa se ha confundido dentro del sistema de la educación científica. Su propósito no es producir, necesariamente, el conocimiento que pueda ser utilizado en algún sentido teórico o práctico, sino mejorar la capacidad de las personas que se comprometen con ella. La investigación es el proceso por el cual las personas aprenden a resolver problemas a partir de un problema específico y cotidiano, como lo es rescatar lo posible de un experimento equivocado, hasta planear uno nuevo con el propósito de reducir las ambigüedades del experimento anterior. La investigación es el medio por el cual los alumnos aprenden que la naturaleza nunca miente. La naturaleza siempre pro-

duce un "resultado"; "la ausencia de reacción" es un "resultado", y el problema es investigar qué significa ese resultado.

Ofrecer oportunidades de investigación a principiantes, es un proceso difícil en el contexto de las universidades actuales, en las que prácticamente todas las experiencias organizadas de laboratorio han sido fijadas de tal manera, que no llegan a tener sentido.

Juntamente con la pérdida paulatina de la experiencia del laboratorio, se están consolidando ampliamente razones poderosas, basadas en la economía, que intentan eliminar los laboratorios de enseñanza.

Se requiere de iniciativa no sólo para revitalizar los laboratorios de instrucción, sino para ofrecer experiencias de investigación para tantos alumnos como sea posible. Esta iniciativa de investigación deberá acentuar el desarrollo de los alumnos, en vez de dar mayor importancia a los resultados que puedan producirse, lo cual es contrario a los objetivos que establece el subsidio federal.

La National Science Foundation ha generado programas enfocados a la investigación como medio de enseñanza en el nivel de licenciatura, pero éstos se combinan en "programas orientados de investigación real", que están enfocados claramente hacia metas prácticas. Los argumentos que aquí se exponen acerca de la importancia del producto de la investigación —las personas, no el conocimiento— son igualmente aplicables a los programas de posgrado. Mientras que es cierto que los burócratas responsables necesitan saber en qué reeditará su (nuestro) dinero, una buena respuesta es: "en un grupo de personas que puedan resolver problemas".

Arturo Rojo Domínguez \*

## Comentarios a: «La investigación como enseñanza»

Por regla general, las clasificaciones que el hombre establece son arbitrarias y sus fronteras subjetivas. Así, en el caso de las ciencias, se señala frecuentemente lo necesario de la interdisciplina y de la vinculación de alguna ciencia en particular con las demás. En el caso que nos ocupa, la enseñanza de la química presenta una serie de retos para el profesor dentro de los que destaca el vincular la información que intenta transmitir a sus alumnos con su realidad cotidiana, con problemas reales y con la metodología para la adquisición de nuevo conocimiento. Una proposición muy interesante en este sentido es la que se propone en el artículo de Lagowski, en donde los alumnos estarían fuertemente motivados a participar activamente en el proceso y no simplemente a recibir las ideas que el profesor expone en el salón de clases. Una alternativa de bajo costo, en términos relativos, sería el empleo de experiencias de cátedra bien seleccionadas por el maestro, a fin de mostrar en la práctica lo que en el pizarrón se esquematiza. Todo ello para no perder de vista que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química no debe tener como objetivo único que el alumno adquiera y comprenda una cierta cantidad de conocimientos básicos; debe, además, estar enfocado a permitirle aplicarlos, relacionarlos con la experiencia que pueda adquirir en el futuro y darle las herramientas y la confianza para poder investigar y adquirir por su cuenta la información que requiera para resolver ya no un examen, sino un problema real al que se enfrente en su ejercicio profesional.

Sin duda la idea anterior es muy ambiciosa, pero no por ello debemos tener como objetivo de un cur-

so la parte puramente informativa, descuidando la formativa. Por esta razón creo conveniente que algunos temas sean presentados en clase con un enfoque histórico. El simple hecho de que se comprenda lo que un modelo significa en ciencia es un logro del profesor. Este objetivo puede alcanzarse mostrando el proceso que diferentes investigadores tuvieron que seguir para producir versiones cada vez más refinadas de

posible en sesiones convencionales de laboratorio—, hacerlo capaz de interpretar los resultados que obtiene aprendiendo tanto de los experimentos exitosos como de aquéllos en los que no resultó lo que se esperaba y, finalmente —lo que considero más importante—, enseñarlo a resolver problemas con sus propios medios, permitirle ese desarrollo que la parte formativa del curso le ofrece.

Existen algunas limitaciones serias para el empleo de la investigación como enseñanza. Éstas se hacen aún más serias en nuestro país y, en general, en las instituciones de educación superior de los países en desarrollo.

una teoría. Ésta se encuentra en evolución permanente, lo que muestra al estudiante que nunca se debe considerar estática y completa. Como ejemplo de la utilidad de la aproximación histórica en algunos casos, podría citar el desarrollo de los diferentes modelos que a través del tiempo se han utilizado para describir la existencia y estructura de los átomos; no es inútil describir los intentos de Rutherford y Bohr antes de que los estudiantes aprendan el enfoque moderno del tema.

Por otra parte, considero muy positiva la sugerencia de involucrar al alumno con la investigación. Esto permite, además de plantearle un reto muy motivador, despertar su imaginación, enseñarle a utilizar la herramienta que la literatura científica representa, darle la oportunidad de aprender técnicas experimentales —lo que tal vez no sea

Sin embargo, existen en la práctica algunas limitaciones serias para el empleo de la investigación como enseñanza, las cuales se hacen aún más serias en nuestro país y en general en las instituciones de educación superior de los países en desarrollo. Entre menor sea el grado de formación del estudiante más tiempo requerirá del profesor para el desarrollo de su proyecto de investigación. El profesor tal vez se vea en la posibilidad de dedicar ese esfuerzo en el caso de que la investigación esté encaminada a obtener información de la línea que al maestro le interese, ya sea por tratarse de un proyecto más amplio (que puede ser su tesis) o bien por ser del interés de la institución. Sin embargo, esto se opone al espíritu de la propuesta de Lagowski en donde se pretende formar al alumno, no obtener conocimiento. Necesitaría-

\* Departamento de Química, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, U.A.M. Unidad Iztapalapa.

*Pasa a la siguiente página* ➤

viene de la página anterior

mos suficientes profesores para el desarrollo de los proyectos de cada uno de los alumnos del curso. En universidades donde el número de estudiantes por grupo llega a exceder la centena es evidente que no puede aplicarse la investigación para su formación, aún en el caso de que los proyectos fueran propuestos por equipo, que el programa del curso estuviese suficientemente holgado para permitir que los estudiantes le dedicaran el tiempo necesario y que el profesor pudiera plantear y seguir el desarrollo de 15 o 20 proyectos simultáneamente. Además existe el problema de las limitaciones en la infraestructura existente: ¿Habrá suficiente espacio en el laboratorio para todos los estudiantes de éste y de los otros grupos? ¿Qué sucedería con el equipo y reactivos necesarios? Éstos son ya de por sí en muchos casos insuficientes para las prácticas de laboratorio tradicionales, que desafortunadamente se convierten en sesiones de "se-

guir la receta", debido a que las variantes que los alumnos pueden sugerir requieren instrumentación o materiales difíciles de conseguir. En el otro extremo, los planes de estudio de posgrado consideran, prácticamente sin excepción, que el alumno se vincule con la investigación y que bajo la dirección de un asesor aprenderá de ella, justamente la esencia de la propuesta de Lagowski. Creo entonces que aunque inaplicable en los primeros cursos, es posible dar la oportunidad de participar en investigaciones que se encuentren en marcha a algunos estudiantes (tal vez a muy pocos, lamentablemente) que se encuentren entre los dos extremos señalados anteriormente. Esto, aunque limita las opciones de temas de los proyectos, permitiría que los alumnos seleccionados pudiesen obtener las ventajas ya descritas, aunque acarrea el problema de los criterios para su selección.

Para concluir, quisiera comen-

tar una idea que escuché alguna vez de un profesor de química preocupado por la enseñanza. Él se preguntaba por qué los profesores no aplicamos ese método científico que intentamos enseñar en el salón de clases, al proceso de aprendizaje, buscando así soluciones por medio de la experimentación con los grupos, lo cual implica introducir variantes a nuestras formas de impartir clase y de motivar a los estudiantes.

Por qué no es más frecuente nuestra búsqueda y lectura de sugerencias para realizar tales cambios y aplicamos intuición y criterio para desarrollar soluciones a partir de las observaciones que hagamos al frente del grupo. Es posible que de esta forma podamos dar soluciones alternativas a la sugerencia del artículo, que sean factibles de implantar en nuestro medio y nos permitan contribuir a la formación de personas que sepan resolver problemas.

## DEBATE

Hugo Torrens \*

# La investigación como enseñanza

El doctor Lagowski dedicó su espacio editorial a un tema sobre el que la doctora Diana Cruz publicó, en el mismo número (Cruz, 1989), un artículo que resume su esfuerzo por fomentar la investigación temprana entre estudiantes de la Facultad de Química de la UNAM.

No quiero dejar de señalar este reconocimiento, a mi juicio importante, como tampoco quiero, ni puedo, escribir sobre nuestra experiencia alrededor de la investigación-enseñanza, al margen de las cualidades humanas y académicas con las que Diana Cruz nutrió gene-

## En recuerdo de Diana Cruz

rosamente al proyecto y a sus participantes.

En 1982, su entusiasmo abrió nuestro laboratorio en la ex-División de Estudios de Posgrado a jóvenes estudiantes, sobre todo de primer o segundo semestres, para que colaboraran en un proyecto de investigación.

Aquel grupo de estudiantes —

conocido en privado como el *kinder*, por su visible inexperiencia— no hubiera tenido nada de novedoso si hubiera estado allí para hacer su tesis, como lo estaban (y aún lo están) muchos de sus discípulos. Pero ellos no fueron invitados a cumplir con un requisito administrativo, sino a participar en un proyecto mimado y largamente discutido, cuya intención era clara: desarrollar científicos a través de la investigación científica.

Poner a estudiantes muy jóvenes en contacto con la investigación, es un esfuerzo que solamente

\* Facultad de Química, UNAM, 04510, México, D.F.

se puede sostener sobre un buen número de convicciones importantes para quienes lo realizan y que requieren tiempo, recursos, paciencia, disciplina e ideas.

Una de esas convicciones implica que, si fueran excluyentes —y no lo son—, es más valiosa la preparación de un futuro investigador que la publicación de varios artículos científicos.

Esto debería ser incuestionable en el contexto de una institución de educación superior aunque seguramente, por tratarse ésta de una sección de DEBATE, habrá quien acariicie la idea de otras jerarquías, particularmente donde, por ley, los profesores e investigadores no son iguales.

Aceptar que el desarrollo de la cultura científica y de las habilidades de un estudiante están antes que el número de productos sintetizados o de resultados publicables, conlleva la inversión de mucho tiempo para la enseñanza de temas o técnicas y, tal vez más importante, para la discusión, para el intercambio de ideas, para preparar con el alumno su próxima conferencia en un congreso, para el análisis detallado de sus resultados, etcétera.

Al principio, las manos jóvenes tienen una notable tendencia a romper material de vidrio y a convertir en una pasta gris lo que debía obtenerse como cristales rojos, pero también tienen una sorprendente facilidad para adquirir rápidamente destreza y para, analizando errores, convertir pastas en cristales. Pero este consumo de tiempo y presupuesto, al principio, no llena ni un renglón del informe de labores ni del profesor ni del director, y lo que no puede informar un director no es prioritario para la nación...

En este periodo no "salen" artículos y sin ellos tampoco "salen" los apoyos del CONACyT, ni del SNI, ni nada. Sólo crece la experiencia del alumno.

Los profesores sabemos bien que el prestigio de nuestra actividad no nos abre más puertas que la de nuestro departamento y que todo esfuerzo más allá del reglamentado es considerado estéril hasta que no se demuestre lo contrario.

Nosotros creemos, como lo hace Lagowski, que el producto más importante de la investigación en la

que se involucra a estudiantes, es la formación de las personas, no los resultados. La burocracia puede contar asistencias, cotejar costos y pesar currículos creyendo que eso es importante. El conflicto entre estas dos creencias es irreconciliable y estamos perdiendo simplemente porque ellos son más y toman decisiones.

Pero, a pesar de todo, aún hay muchos grupos en diversas instituciones que, bajo modalidades y prácticas distintas, procuran abrir la cotidianidad de la investigación a los jóvenes que desean conocerla. Se-

la investigación está "a salvo" de la docencia y convenientemente situada a varios kilómetros del aula más cercana. ¿Y en aquellas facultades o escuelas que realizan investigación? Allí, depende de cada caso, pero en este punto difícilmente podríamos llamarla una práctica común.

La Facultad de Química cuenta con cerca de 450 futuros químicos. Los estudios estadísticos y prospectivos más serios concluyen que esto es una payasada. Pero si fueran 450 investigadores de alto nivel, el número ya no dibujaría sonrisas. En un sueño puedo ver que si a los casi mil

Desafortunadamente, la investigación no es una práctica común en todas las universidades de nuestro país ... y lo será cada día menos.

guramente en todos estos grupos, ciertamente en el nuestro, existe la convicción de que el esfuerzo de un estudiante por entender y resolver un problema propio, hace mucho más que toda la tecnología pedagógica disponible.

Una cosa es escuchar sobre el método científico y otra es descubrir su proceder, sus alcances y su necesidad.

Cuando un alumno se siente participe de un proyecto de investigación y lo hace suyo, adquiere una responsabilidad que no tiene nada que ver con calificaciones, exámenes, asistencias o faltas. En nuestra experiencia, es sorprendente el compromiso que los estudiantes se autoimponen frente a sus proyectos y van de la mano, desde luego, su compromiso y su preparación.

Podría seguir enumerando las virtudes que atribuyo a los proyectos de investigación temprana, pero, para contribuir al debate, tal vez sea más adecuado preguntarse, por ejemplo, ¿podemos hacer de esta experiencia una práctica común?

Desafortunadamente, la investigación no es una práctica común en todas las universidades de nuestro país y, como van las cosas, lo será cada día menos.

¿Y en las instituciones que realizan investigación? En muchos casos

profesores de la Facultad de Química se les dieran los salarios, los recursos y la oportunidad de hacer investigación, preparar 450 investigadores sería pan comido; pero en la realidad también puedo contar que los 200 profesores de la ex-División de Estudios de Posgrado son más que suficientes y capaces de hacerlo. Bastaría con que cada uno de ellos quisiera recibir a tres estudiantes de distintos niveles de escolaridad y que fuera capaz de entusiasmarlos con la belleza e interés de su investigación.

¡Eso fue lo que hizo Diana Cruz con el *kinder*! Y si algún día se preguntó si valía la pena, estoy seguro que se respondió que la experiencia de disfrutar un laboratorio alegre, solidario, activo y de alto nivel lo vale; la calidad de los químicos y de los candidatos a maestría o doctorado, las decenas de congresos nacionales e internacionales a los que asistieron y las decenas de artículos que ellos publicaron, también lo valen. Y razono que lo valen, sin duda, las cercanías que se convierten en buenas amistades y en imborrables recuerdos. 

#### REFERENCIAS

Cruz, D. *et al*, Early Research. An Alternative for Scientific Formation, *J.Chem. Educ.* 66(4), 320-321 (1989).

## ¿Cómo enseñar la química?

La química es una de las ciencias básicas que, junto con la física, a la que está estrechamente vinculada, busca el conocimiento acerca de las propiedades de la materia, los cambios que sufre, sus manifestaciones energéticas y su estructura misma. Emplea para ello modelos matemáticos y científicos que intentan reproducir sistemas y fenómenos naturales. Ambas, química y física, son ciencias experimentales, puesto que los conocimientos se obtienen como resultado de la observación y el análisis de los fenómenos.

J.J. Lagowski menciona que la química es una ciencia con "vitalidad", es decir, cambiante, como resultado de los conocimientos obtenidos mediante la investigación, y sugiere que la enseñanza de esta ciencia debe darse empleando el mismo mecanismo que genera los cambios en la ciencia: la investigación. Con ello, propone, se podría:

- evitar una exposición árida de la química.
- formar a los estudiantes, así como desarrollar sus capacidades y habilidades en la resolución de problemas.

El estudio de la química y la física en el sistema educativo nacional se formaliza en el nivel secundario y continúa en el medio superior.

A nivel superior se profundiza y especializa la enseñanza de la química en cada una de las carreras relacionadas con esta ciencia; también impacta aunque en menor grado en muchas instituciones que la incluyen en un tronco de asignaturas científicas básicas en los planes de estudio de carreras de ingeniería.

Si nos asomamos un poco a la problemática planteada en la enseñanza a nivel medio superior y superior en distintos foros educativos (congresos, seminarios, revistas, simposios, etcétera), al interior y exterior de las instituciones que ofrecen carreras científicas y tecnológicas,

se pueden identificar algunos problemas:

- altos índices de reprobación y deserción en los cursos de matemáticas, física y química (particularmente en los primeros semestres o trimestres escolares,
- baja motivación de los alumnos por el estudio de las ciencias básicas,
- excesivo número de horas-clase y poco tiempo libre para estudiar,
- programas extensos en información,
- escaso desarrollo de habilidades y aptitudes en los estudiantes, y
- actitud pasiva de los estudiantes; no participan activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el sistema educativo tradicional o escolarizado.

En el Colegio de Ciencias y Humanidades (UNAM) se contemplan tres cursos de química; el primero, obligatorio para todos los alumnos y dos más optativos, independien-

ciones de la última reunión anual de la ANFEI (Cuernavaca, junio de 1989):

- Procurar la integración de troncos básicos científicos en los planes de estudio de carreras de ingeniería.
- Impulsar nuevas alternativas metodológicas de enseñanza, tales como los sistemas abiertos.

Durante el XXV Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada (Aguascalientes, agosto de 1989), en una de las conferencias plenarios, el doctor Andoni Garritz mencionó la necesidad de impulsar el desarrollo tecnológico con base en el conocimiento científico.

En el número de presentación de *Educación Química* (julio de 1989) aparece un resumen de una ponencia de la XXVII Convención del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos. En él se destacan las habilidades que se considera debe reunir el perfil del ingeniero químico en el siglo XXI.

**La enseñanza de la química debe darse empleando el mismo mecanismo que genera los cambios en la ciencia: la investigación.**

temente de la carrera que pretenden estudiar; en éstos sólo se registra un 10% de los alumnos, ya que ven a la química como una asignatura difícil y poco atractiva.

En el último Seminario Panamericano del Comité Permanente de Enseñanza de la Ingeniería (Cuernavaca, julio de 1989) el doctor Esteban Hernández, director de Tecnológicos (SEP) y actual presidente de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, comentó algunas de las recomenda-

Es común oír comentarios de los estudiantes de carreras de ingeniería (no química) en sus primeros años de estudio, acerca de lo poco que les sirven en su carrera los conocimientos que adquieren en los cursos de química. Asimismo, es común escuchar a estudiantes de carreras de química decir que los conocimientos que adquieren en cursos de física no les son de gran utilidad.

Todos estos comentarios nos deben hacer reflexionar y buscar el

\* Coordinador del Sistema de Aprendizaje Individualizado, Área de Química, Departamento de Ciencias Básicas, U.A.M. Unidad Azcapotzalco.

camino en que debemos encauzar la enseñanza de la química, y no sólo ésta de manera independiente, sino vinculada estrechamente con la física y con las matemáticas necesarias en el estudio de ambas.

Lagowski nos recuerda que la química es una ciencia experimental y como tal se debe enseñar: experimentalmente, planteando problemas químicos que signifiquen retos a los estudiantes para propiciar en ellos la investigación como mecanismo para lograr los conocimientos.

Afirma también que el fin no debe ser necesariamente el encon-

trar las respuestas a un problema químico, sino formar individuos que sepan buscar la resolución de los problemas.

A los docentes y profesionales en general de la química nos toca definir:

- el contenido de los cursos de química,
- el nivel de profundidad,
- el tipo de enseñanza (informativa y/o formativa), y
- la metodología de estudio recomendada (sistema escolarizado, modular, enseñanza abierta o personalizada; tal vez lo más

conveniente sea ofrecer a los estudiantes alternativas de acuerdo a sus gustos, intereses y capacidades).

Lo anterior se debe hacer tomando en cuenta:

- el nivel de estudios (secundaria, medio superior, superior) y
- el perfil del estudiante o profesional que se pretende formar, a fin de elegir los problemas químicos más adecuados a estudiar en forma experimental para motivar el estudio de la química. ☞

## DEBATE

M. en C. Eduardo Marambio Dennett\*

# La investigación temprana en el proceso educativo

El artículo de J. J. Lagowski presenta un tema que, aunque no es nuevo, es vigente, debido a que los programas que las universidades han establecido con la intención de modernizar la educación, relegan a un segundo plano las interacciones maestro-alumno, lo cual ha provocado que se pierda aquello que permitía, dentro de un contexto histórico, tener excelencia educativa.

La investigación entendida como el acto de buscar respuestas a inquietudes razonadas es, sin duda alguna, uno de los procesos más importantes del quehacer científico. La contrastación de resultados y la capacidad de interpretación de los mismos harán la diferencia entre un profesional y otro.

La investigación no sólo se ha confundido, sino que la interpretación de la misma ha llegado a cons-

tituir en algunas universidades un estatus social, en el cual sólo algunos tienen la capacidad para desarrollarla, llegando a ser utilizada con fines prácticos en "Programas orientados de investigación real", como lo señala el autor. Por lo tanto, la investigación es única y no puede considerarse como algo aislado; es intrínseca del proceso educativo y como tal debe fomentarse para que los estudiantes sean creativos y apliquen esa creatividad en algo constructivo.

Un ejemplo de lo que el autor señala, ocurre en las asignaturas Química Experimental Aplicada I y II, las cuales son cursadas por los estudiantes de los semestres octavo y noveno de la carrera de Química en la UNAM. En ellas, el alumno debe integrar los conocimientos y habilidades adquiridos, para la reso-

lución de problemas específicos que simulen aquéllos con los que se enfrentará en el campo profesional. Este proceso es fundamentalmente formativo y, para llevarlo a buen fin, se requiere el manejo de la información adquirida en los semestres anteriores. En el transcurso del trabajo experimental, surgen una serie de inquietudes que son canalizadas hacia investigaciones de mayor complejidad, para satisfacer tanto la curiosidad del estudiante como ciertas necesidades sociales y científicas. Frecuentemente, estos trabajos dan como resultado productos de investigación básica y/o aplicada. Se pueden mencionar, como ejemplo, el estudio de edulcorantes en bebidas refrescantes (Ruiz Loyola, 1978), trabajos de desarrollo tecnológico (síntesis de lidocaína, de difenilhidantoína, de metocarbamol, de

\* Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, UNAM, 04510, México, D.F.

Pasa a la siguiente página ☞

de la página anterior

3,4,5-trimetoxibenzaldehido, de verapamil, etcétera), preparación de pigmentos para la Escuela Nacional de Artes Plásticas, análisis de catalizadores agotados para el IMP y PEMEX, análisis comparativo de aguas minerales para el INCO y muchos más.

Si se analizan los aspectos más rezagados en cuanto a enseñanza profesional en América Latina, destaca la enseñanza experimental de la química, la cual ya sea por problemas económicos, incremento poblacional o sustitución de programas por ser "ineficientes" ha sufrido un retroceso cualitativo. México no escapa a estos problemas y, como primera aproximación, se pueden señalar los siguientes puntos como característicos:

a) Escasa orientación vocacional de los estudiantes. Muchos ignoran las necesidades y proyecciones de la actividad profesional, así como lo que la institución de educación superior requiere como formación mínima previa para ingresar a ella.

b) Heterogeneidad de los conocimientos del estudiante al ingresar a la universidad, lo que lleva a que se gasten recursos en programas de nivelación. En los aspectos teóricos resulta sencillo nivelar al estudiante, pero en el caso de los programas experimentales, éstos se desfasan de las necesidades de la teoría, creando vacíos que ya no se recuperan.

c) La falta de instrumentos y criterios de evaluación para la enseñanza experimental lleva a absurdos, en los cuales alumnos con excelentes calificaciones en laboratorios no aprueban teoría, o viceversa. Es frecuente encontrar alumnos en programas terminales sin la capacidad de integración de conocimientos básicos a problemas de mediana complejidad. Se crea entonces el fenómeno de "tabletas"; es decir, el alumno recibe las materias como unidades aisladas; al igual que las tabletas, que tienen una acción limitada en el tiempo, los conocimientos adquiridos se pierden; más aún, se dan casos de tomar "ta-

bletas" 4, 5, 8 y 9, sin tomar las intermedias.

d) El personal docente de nuevo ingreso, lo hace principalmente en enseñanza experimental. Esto implica que su capacidad para promover un buen proceso enseñanza-aprendizaje sea parcial, hecho que se refleja en la formación del estudiante.

e) Al elaborarse los programas respectivos de laboratorio, éstos

superior.

3. Cuando se elaboren programas de laboratorio, éstos deben permitir la flexibilidad de incorporar otros conocimientos fuera de los objetivos programados. Los protocolos deben ser elaborados temáticamente, con una variedad de ejemplos lo más amplia posible.

4. El docente de laboratorio debe tener muy claros los objetivos específicos de su asignatura, así co-

### Si se analizan los aspectos más rezagados en cuanto a enseñanza profesional en América Latina, destaca la enseñanza experimental de la química

responden a necesidades específicas de la teoría. Llegan a constituirse como experimentos "cerrados"; es decir, se busca controlar las variables para obtener los resultados "programados", no permitiéndose licencias hacia otros valores formativos que pueden surgir como inquietud del estudiante durante el desarrollo del experimento, con lo cual se limita su creatividad. Además, los ejemplos que se presentan en los textos son estructuras optimizadas que no hacen alusión a los razonamientos involucrados.

f) Muchos experimentos son cancelados por complejos, alto costo de reactivos, equipo no accesible, peligrosidad, etcétera. Sin embargo, los razonamientos involucrados los hacen valiosos.

Las sugerencias que pueden integrar posibles ideas para que se minimicen los problemas planteados son:

1. Se debe elaborar un folleto que establezca las necesidades mínimas de conocimientos deseables para el ingreso a la carrera, así como en las áreas del campo profesional, con una difusión tan amplia como sea posible.

2. Se debe pensar en una evaluación al ingresar, previa validación de cuestionarios a nivel medio

mo la ubicación de la misma en la formación del profesional, además de los conocimientos teórico-prácticos de su área. Esto se logra con un programa integrado de formación de docentes.

5. El número de estudiantes por maestro no debe exceder de quince.

6. Para evaluar la parte experimental, deben considerarse tanto los resultados obtenidos como los razonamientos y destrezas involucrados, dándose más énfasis a uno u otro aspecto, dependiendo del nivel educacional y de los objetivos específicos del trabajo desarrollado.

La educación es un proceso dinámico que no acepta soluciones únicas, pero es claro que el mayor aporte lo da el maestro. A nuestro entender, el docente universitario es una persona de un elevado universo cultural, es decir, con conocimientos en el tema que imparte, sensibilidad social, sensibilidad pedagógica, conocedor de las políticas institucionales, dotado con integridad, con ética profesional. Mientras mayor sea éste, mejor y más indeleble será su labor.

#### REFERENCIAS

Ruiz Loyola, B., et al, "Análisis de azúcar y sacarina en refrescos nacionales", *Rev. Soc. Quím. Mex.* 22(3), 122-125 (1978).

## Educación científica ... un debate permanente

Obligadamente, la educación en química tiene que ser analizada en el contexto de la educación en la ciencia. No obstante que cada área del conocimiento científico presenta particularidades por cuanto se abordan niveles variados de organización y asociación de la materia, esta diversidad y clasificación obedece en principio, y entre otras razones, a factores formales y de división y especialización del conocimiento. Esta metodología última, si bien ha posibilitado el desarrollo (vinculado éste a su vez al avance económico, social, político y cultural de las sociedades) de las áreas del conocimiento en lo particular y de la ciencia en su conjunto como actividad social, ha sido también interpretada frecuentemente y utilizada ideológicamente para el planteamiento—artificial—de la existencia natural de una departamentización y disociación del conocimiento científico. No es casual entonces que de esta concepción deriven análisis y proposiciones parciales respecto a la problemática del conocimiento científico y su carácter social en renglones tales como son su elaboración, ejercicio, desarrollo, profundización, diversificación y establecimiento de nexos, así como de su relevancia y justificación social. No escapa a lo anterior el hecho de que siendo la actividad científica y la educación en la ciencia elementos sociales vinculados estrechamente al estado de avance de las sociedades contemporáneas, su concepción, valoración, impulso y estado de desarrollo particular muestran diferencias abismales entre un país desarrollado económica, social, política y culturalmente, y otro carente de dicho estado de evolución social. Es absurdo el suponer la existencia de un estado y clima

correctos de la educación y actividad científica en una sociedad en la cual se invierte en dichas actividades un porcentaje exiguo de la riqueza generada. Lo anterior es más delicado si se entiende que dichas actividades sociales significan a su vez el fundamento del espíritu (en su sentido profundo y no místico) de toda sociedad contemporánea.

Sumado a esta realidad incoherente está el hecho de que para un país con atrasos profundos y globales en su evolución social, se presenta como característica un desequilibrio alarmante en la planificación, atención y desarrollo de las actividades sustanciales por regiones, ciudades y poblaciones, de tal manera que intrasocialmente se manifiesta un estado verdaderamente paupérrimo o incluso de inexistencia de actividades de generación y difusión científicas, así como de su enseñanza. No nos es desconocida, por tanto, la diferencia dramática existente entre las condiciones bajo las cuales se desarrolla el quehacer académico en cualquier institución pública de enseñanza media superior y superior del Valle de México, y las existentes en otras como lo puede ser la Universidad Autónoma Benito Juárez, en el estado de Oaxaca. Es necesario aclarar aquí que estas diferencias no implican en absoluto la existencia de condiciones suficientes, en las citadas en primer término, para el ejercicio adecuado de sus funciones y actividades sustanciales. Es así que una institución de enseñanza superior que, local o regionalmente, tiene una posición dada en una escala de solidez académica, ve disminuida su posición al ampliarse el marco de referencia, y así sucesivamente. Las consideraciones anteriores (que no todas en lo absoluto en este problema) no son

novedosas, pero son olvidadas reiteradamente o no ponderadas debidamente por las autoridades responsables de una sociedad que demanda, simultáneamente a la existencia de un número ascendente de sus integrantes, más y mayores expectativas a ser desarrolladas y satisfechas. Esto último es importante porque, por ejemplo y en el caso de México, al transformarse paulatinamente el carácter de las instituciones de educación media superior y superior en centros de matrícula masiva, se hace impostergable la elaboración de un replanteamiento, adecuación y reestructuración global de todo un sistema educativo, así como de sus instrumentos y mecanismos de realización concreta y cotidiana, a la par de una voluntad política y apoyo económico congruentes con dicha empresa, y los beneficios sociales que genera. No considerarlo así, o no abordarlo así, sólo puede conducir en el mejor de los casos a logros parciales, locales, pero nunca en su conjunto social. Los resultados perceptibles y referentes al estado global que guardan las instituciones públicas de educación media superior y superior en el país, en el terreno de la solidez del ejercicio de sus tareas sustantivas (elaboración, transmisión y difusión del conocimiento científico generado), así como de formación y calificación de recursos humanos muestran, cuantitativa y cualitativamente, las consecuencias de tales equívocos y también, por qué no, los logros parciales motivo de nuestro orgullo, parcial también ... y además relativo.

Todo este análisis breve, y de primera aproximación, no pretende en absoluto la adopción de una posición pesimista y fatalista por el lector, ni descalificar irresponsa-

\* Departamento de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Autónoma de Puebla, Apartado Postal 1613. Puebla, Pue.

☞ de la página anterior

blemente y sin matices los logros parciales, producto de luchas y entregas encomiables de grupos académicos determinados, que a veces rayan en lo quijotesco y que, frecuentemente y en forma desesperada, han asumido responsabilidades que van más allá de las suyas y de sus posibilidades humanas. Y por qué no decirlo, de sus posibilidades económicas y materiales. Lo que sí debe quedar claro en nosotros es la necesidad de evitar cualquier tipo de abstracciones de un contexto socio-económico concreto al momento de realizar análisis y proposiciones en torno a una problemática tan compleja y delicada (entre otras razones por su carácter ideológico) como es la de la educación científica.

Todo lo anterior ha sido necesario enfatizarlo dado que en el terreno de la educación científica y en particular de las ciencias experimentales, entre ellas la química, una preocupación noble de ciertos grupos académicos es la concerniente al problema de la transmisión del conocimiento científico y de las propuestas que posibiliten superar entre otros muchos problemas los de la indiferencia, apatía y pasividad, cuando no de oposición, de porcentajes significativos del alumnado matriculado en un nivel educativo determinado, como lo es el medio superior. Este estado de desarticulación educativa tiene que ver también con un conjunto impresionante de factores más de los que se han citado aquí; por ejemplo, y tan sólo, con el carácter eminentemente provocador del conocimiento científico, así como con las teorías, leyes y métodos de su generación y desarrollo. Baste tan sólo decir también que una posición ideológica, como es el positivismo (sobre la cual descansa enormemente nuestro sistema educativo global), no permitirá en lo absoluto

superar este estado de atraso, por más buena voluntad y actos acrobáticos del profesorado en las sesiones de salón o laboratorio. Obviamente, y en este contexto, una serie de datos no aportará necesariamente información, así como ésta no necesariamente conocimiento, y mucho menos asegurará esta última la sabiduría, en su acepción más amplia y profunda. Los resultados no son de extrañar si a esto incorporamos la inexistencia global en el país de programas institucionales permanentes y suficientes de formación y actualización académica de profesores e investigadores, y de su ejercicio bajo condiciones sensatas, así como de programas de satisfacción de condiciones materiales adecuadas para la práctica del quehacer académico, más aún si se considera el tipo de expectativas que genera y auspicia una sociedad como la nuestra, a un alumno inmerso en esta problemática. En este sentido, una interrogante es: ¿qué expectativas puede desarrollar un alumno deseoso de estudiar y superarse académicamente, como individuo y ciudadano, si en este contexto no tiene el sustento económico adecuado y el apoyo y la cobertura social para dedicarse en lo futuro a la actividad académica y de investigación científica? La respuesta se tiene sensiblemente en las cifras alarmantes de deserción escolar, así como de irregularidad curricular y calificación académica endeble.

La educación en el nivel de posgrado no se encuentra al margen; es simplemente una caja más de resonancia social, una caja muy pequeña, por absurdo que resulte.

En resumen, y de manera reiterativa, de las consideraciones anteriores se comprende la obligatoriedad de ponderar a todo un conjunto de premisas en la elaboración de análisis serios, objetivos y

congruentes con la realidad social contemporánea, y que conduzcan a la construcción de proposiciones globalizadoras e integradoras traducibles a su vez en programas concretos, escrupulosamente delineados, y operativos, factibles de ejecutarse y concretarse en niveles de alcance variado. En este sentido, no basta la creación y sostenimiento de una política seria de asignaciones presupuestarias institucionales, equitativas y suficientes para el desarrollo de la educación científica e investigación, destinada a la creación y mantenimiento ininterrumpido de programas de apoyo y fortalecimiento al personal académico y de investigación, así como al mejoramiento sustancial de las condiciones de ejercicio profesional y de cumplimiento cabal de sus tareas sustantivas; a programas de carácter igualmente respetuosos de la actividad académica del alumnado, así como de atención a las condiciones de infraestructura física múltiple para el desempeño armónico de las tareas académicas.

Paralelamente, y en forma simultánea, es impostergable también la adopción de posiciones autocríticas y, en consecuencia, actualizar y poner al día las estructuras internas de las instituciones en todos y cada uno de sus niveles, así como las orientaciones y contenidos de sus planes y programas de estudio, y de todos y cada uno de sus proyectos de desarrollo académico y de extensión universitaria; abrir paso a las discusiones maduras y propositivas de construcción de las instituciones de educación masiva en el umbral del siglo XXI. Esta empresa de carácter mayor (el proyecto educativo de un país) requiere de un debate permanente y abierto, por su naturaleza eminentemente dialéctica.

☞