

# Estrategias de aprendizaje en la enseñanza de la química

Julio Pomés Ruiz y Alberto González Guerrero\*

## 1. Introducción

En momentos tan decisivos como los actuales, testigos de profundas transformaciones en los sistemas educativos occidentales, cobra especial significado la aseveración de Monereo C. (1990): "no se trata de saber y transmitir muchos contenidos sobre la materia, sino saber transmitir cómo pensar mejor en relación con la materia". Probablemente, éste es uno de los factores más decisivos para lograr la deseada y deseable calidad de la enseñanza, que tanto preocupa a las autoridades educativas de los países de Occidente.

Quizá hoy el esfuerzo debiera ir encaminado a obtener un mejor aprendizaje en los alumnos, en lugar de emplearlo en que los alumnos retengan más materia. Obviamente, debe existir un equilibrio entre los aspectos instructivo y formativo, porque con frecuencia en las calificaciones se prima al que recuerda más datos en detrimento del que ha aprendido mejor, todo lo cual repercute de manera negativa en el genuino desarrollo intelectual de los alumnos.

El presente trabajo pretende contribuir a la calidad de la enseñanza; más en concreto, su objeto es una aplicación de los paradigmas fundamentales de la psicología educativa que intervienen en el aprendizaje de la química a la enseñanza de esta materia, en un intento de optimización de esfuerzos de docentes y discentes. No pretende este estudio profundizar en la moderna psicología, sino acercar al profesorado de química del primer curso de universidad y de la enseñanza secundaria (entendida esta última como el periodo comprendido entre los quince y los dieciocho años de edad) a las grandes teorías del aprendizaje.

Es indudable la importancia que en la actualidad tienen las estrategias de aprendizaje en cualquier tipo de enseñanza y muy particularmente en una ciencia experimental. Así, Hofacker (1975) en su trabajo realizado para la UNESCO acerca de la enseñanza de la

química, indicó que cualquier mejora en la comprensión de los alumnos debe tener en cuenta los principios de la psicología educativa. Comenzaremos esta exposición citando algunos de los rasgos más elementales de los factores que más han influido en la psicología educativa aplicada a las ciencias: el conductismo, la psicología piagetiana y el aprendizaje significativo de Ausubel.

## 2. El conductismo latente en la enseñanza de la ciencia experimental

El conductismo es una doctrina psicológica cuyo objeto consiste en el estudio de la actividad observable, esto es, la conducta o comportamiento de los organismos. Esta escuela busca siempre aquello que pueda observarse objetivamente y que permita llegar a conclusiones verificables. De ahí que el conductismo, postulando que los organismos se adaptan al medio, y que ciertos estímulos producen una respuesta, se dedique a describir la respuesta existente entre el estímulo y la respuesta. La importancia atribuida por los conductistas a la observabilidad de los fenómenos les impulsó a apoyarse en el empirismo.

El empirismo es una doctrina que sustenta la idea de que determinados componentes del conocimiento surgen de otros más elementales adquiridos por experiencia. Esta corriente filosófica mantiene que la fuente de conocimiento reside fuera de la persona; ésta, al nacer, es como una tabla rasa en donde a través de sus experiencias empieza a gravar sus conocimientos. Para conocer, la persona interioriza lo que percibe a través de sus sentidos. La importancia del empirismo en la enseñanza de la ciencia estriba en la influencia que ésta ha ejercido en las corrientes "behavioristas" [García Huerta, (1988)].

Para el *behaviorismo* (o conductismo), el objeto de la psicología es la conducta externa, y en consecuencia, niega la validez de la introspección como método de estudio de los fenómenos anímicos. Para el conductismo lo promordial no es lo que ocurre en la estructura cognitiva del intelecto humano, sino únicamente la respuesta que sigue a cada estímulo. Buscando como

\* Departamento de Química, Universidad Pública de Navarra, España.  
Recibido, 10 de julio de 1990, Aceptado, 22 de septiembre de 1990.

objetivo básico la obtención de respuestas deseables, los conductistas se dedicaron a idear aparatos que facilitarían un aprendizaje mecánico, sin conceder iniciativa alguna al alumno, al que le sometía a sus "máquinas de aprender" y a su "enseñanza programada".

A pesar de que desde supuestos teóricos el conductismo está en la actualidad puesto en tela de juicio [Pozo (1989)], éste continúa jugando un papel destacado en la enseñanza de la ciencia. Así, con frecuencia las simulaciones de experimentos de física, química y biología de enseñanza asistida por ordenador siguen en la práctica modelos conductistas. En efecto, se trata de lograr que, a través de sucesivos intentos, ante las respuestas cerradas que permite el programa, el alumno resuelva la cuestión planteada, sin que se compruebe la obtención de un aprendizaje significativo coherente con sus conocimientos previos.

Antes de permitir operar esas simulaciones de experimentos —útiles para algunos conocimientos como el de la manipulación de una máquina— convendría recordar que esas técnicas suponen un concepto cerrado del aprendizaje, en cuanto que no estimulan la creatividad y el pensamiento divergente, y no contestan a cuestiones como éstas: ¿cómo se aprende a dar nuevas respuestas?, ¿cómo formular nuevas preguntas? y ¿cómo responder a preguntas diferentes a las programadas? Desafortunadamente, una buena parte del *software* de educación científica es conductista, puesto que el conocimiento de la ciencia no consiste en una simple retención de los hechos observables, sino en una reorganización de la realidad que debe estar en armonía con los conocimientos previos.

Un aprendizaje significativo requiere una organización de los contenidos en estructuras coherentes, y Skinner (1980) —principal representante del moderno conductismo— no aporta nada que explique cómo se forman dichas estructuras. La experiencia se presenta siempre organizada en totalidades estructuradas, que no son simple resultado de la suma de sus partes; y de modo particular en los fenómenos experimentales, lo percibido no es reducible a una secuencia o suma de partes.

Mackenzie (1982) dice que el conductismo es el más detallado, intransigente y sofisticado intento de desarrollar una ciencia sobre principios puramente metodológicos. En la Filosofía de la Ciencia actual no se acepta que se pueda hacer ciencia sin teoría. El núcleo central del conductismo está constituido por su concepción asociacionista del aprendizaje (cómo concatenar ideas), y su defecto capital estriba en no proporcionar razón convincente alguna para justificar por qué una asociación es más fácil o difícil que otra.

### 3. La psicología piagetiana en el aprendizaje de las ciencias experimentales

Piaget intentó construir una teoría del conocimiento científico basada en la ciencia y que tomara como mo-

delo principal la biología. Consideró que el problema del aprendizaje abarca el proceso del paso desde un esquema de menor conocimiento a uno de mayor conocimiento. Su idea central es que el desarrollo intelectual constituye un proceso adaptativo que continúa la adaptación biológica y que presenta dos aspectos: asimilación y acomodación. En el intercambio con el medio, el sujeto va construyendo no sólo sus conocimientos, sino también sus estructuras intelectuales. Estas no son producto ni de factores internos exclusivamente (maduraciónismo, hereditarismo), ni de las influencias ambientales, sino de la propia actividad del sujeto. Por este motivo, la posición de Piaget ha sido denominada constructivismo y también estructuralismo genético por su referencia a la génesis de las estructuras.

Es cuestionable si el peso de los factores internos, según la aplicación real de las teorías piagetianas, es mayor o no que el de los factores externos proporcionados por el profesor y el ambiente. A mi juicio, la aplicación rigurosa del método científico por Piaget implica una sensible dosis de racionalismo. El racionalismo parte de las ideas siguientes [Kamii (1987)]: los conocimientos son innatos y se manifiestan por maduración; no se necesita la experiencia, todo está ya dentro del ser humano; la razón es más poderosa que la experiencia, etcétera. Por otra parte, hay dos ideas de Piaget (1972) que apoyan una mayor influencia externa: "existe una interacción entre la estructura cognitiva y el medio ambiente", y "la afectividad puede ser motor del desarrollo". Por alejarse del objeto específico de este trabajo, no se desea entrar en la controversia acerca de si Piaget tuvo más en cuenta la estructura cognitiva del sujeto que su interacción con el medio ambiente.

Respecto a los periodos de desarrollo del aprendizaje, aunque siguen siendo punto de referencia obligado para la psicología educativa, cabe destacar que recientemente están siendo cuestionados, y de modo especial el más fundamental para el aprendizaje de la física y la química: el de las operaciones formales, asunto sobre el que se volverá más adelante.

### 4. Ausubel y el aprendizaje: aplicación al laboratorio y los problemas de química

Probablemente, el autor más citado y acreditado en la psicología cognitiva referida a las ciencias experimentales sea Ausubel (1983), quien aporta la teoría del llamado "aprendizaje significativo". Este aprendizaje implica una relación sustancial y no arbitraria entre el contenido nuevo por aprender y lo que el alumno ya sabe. El aprendizaje significativo implica la selección de esquemas de conocimientos previos pertinentes, aplicación a la nueva situación, su revisión, modificación para proceder a la reestructuración lógica, el establecimiento de nuevas relaciones y una evaluación de la adecuación de lo nuevo conocido con lo preexistente en la estructura cognitiva.

En definitiva, se trata de una construcción de nuevos significados, y de modo funcional, para que se utilice lo aprendido en situaciones que conduzcan a nuevos aprendizajes. La posibilidad de aprender se encuentra siempre en relación directa tanto con la cantidad y calidad de los aprendizajes previos, como con las conexiones que se establecen entre ellos. La memoria que se requiere ha de ser comprensiva, para que lo que se recuerde esté integrado en la red de significados.

El aprendizaje significativo de las ciencias experimentales plantea un serio problema: los conceptos previos erróneos de la experiencia vivencial del alumno. Así, para algunos alumnos, un objeto pesado debe llegar al suelo antes que otro de la misma forma, pero más ligero. La razón es la identificación del peso (que es una fuerza) con la aceleración y/o la velocidad. El preconcepto, que con frecuencia surge espontáneamente, está tan arraigado que, aunque sea explicado detenidamente, el alumno no lo integra en su red de significados y por ello resulta difícil el cambio conceptual [Posner (1982)].

Citaré a continuación, a modo de ejemplo, algunas intervenciones pedagógicas en la enseñanza de las ciencias experimentales deducibles de las teorías de Ausubel (1983), y dejaré para más adelante la aplicación concreta al caso de la química. En primer lugar el diagnóstico de la calidad de los conceptos previos necesarios para la comprensión de un nuevo concepto en cada alumno, es el mejor modo de conseguir una planificación sistemática y rigurosa de las situaciones de aprendizaje. También es importante una intervención diferenciada en los alumnos, que requiere la adaptación de la ayuda pedagógica a sus capacidades. Por ejemplo, un mismo experimento de laboratorio se puede realizar con guiones distintos, o seleccionando para cada alumno preguntas de diferente grado de dificultad.

En el aprendizaje de las ciencias físico químicas es frecuente que el profesor repita problemas "tipo" por considerarlos útiles para la aplicación de conceptos fundamentales. Por lo general, este tipo de intervención didáctica provoca que el alumno memorice el algoritmo matemático correspondiente, lo que le conduce a una resolución mecánica—sin comprensión alguna— de los problemas similares propuestos, y provoca que la información sea retenida y evocada sin atender a la obtención del aprendizaje significativo, aparte de no contribuir a un desarrollo de la inteligencia.

Otro tanto ocurre con los experimentos de laboratorio, en los que para facilitar una mayor rapidez de ejecución y un menor riesgo, se indican con detalle las manipulaciones por efectuar, sin exigirle al alumno el razonamiento oportuno. Ese trabajo de laboratorio—a modo de "receta de cocina"— implica una incompreensión de los principios metodológicos sustanciales subyacentes que intervienen, y, en el mejor de los casos, se adquiere el aprendizaje repetitivo descrito por Ausubel (1983).

## 5. Problemas de la psicología en la enseñanza de la química:

La teoría de Piaget continúa siendo un marco válido para la psicología de la educación y es indiscutible su uso como referencia. Menos riguroso y fiable es el alcance de los periodos a las edades asignadas por Piaget [Lawson (1985)], así como que todas las personas sin trastornos mentales sean capaces de superar esos periodos de desarrollo intelectual. Pozo (1989) añade que el pensamiento formal viene a ser algo ideal, en cuanto que difícilmente queda liberado de influencias semánticas (de los contenidos). La importancia de las dos primeras limitaciones viene dada por la necesidad de tales procesos para el entendimiento de los conceptos y el razonamiento científicos. Lovell (1961) fue el primero en cuestionar las afirmaciones formuladas por Piaget e Inhelder (1972) acerca del periodo formal, contenidas en su obra "De la lógica del niño a la lógica del adolescente".

Más tarde, el programa "Concepts in Secondary Science Programme", del Centre for Science Education del Chelsea College de Londres [Shayer 1981], estudió la edad de obtención de las operaciones formales en las ciencias; su conclusión fue que a los 14 años (edad para la que se debieran haber alcanzado las operaciones formales completamente) tan sólo un 75 % de los alumnos había adquirido las operaciones concretas (algo que debiera haber ocurrido a los 12 años), y tan sólo un 20 % se iniciaba en las operaciones formales. Del mismo modo, a los 16 años únicamente el 30 % se había iniciado en las operaciones formales [nivel 3A]. La razón básica de estudiar la importancia de la edad a la que se alcanzan las operaciones formales reside, en la exigencia del actual currículo de química de enseñanza secundaria.

## 6. El constructivismo en el aprendizaje de una ciencia experimental

La síntesis integradora de la psicología piagetiana y el enfoque cognitivo aportado por Ausubel han sido recogidos por el moderno constructivismo, corriente que defiende la excelencia de la construcción del propio conocimiento sobre la simple retención de contenidos. Recogiendo el contenido científico de la psicología genética, lo extiende a la práctica educativa. De este modo, el alumno construye sus propios sistemas de pensamiento y lo hace en relación con el mundo circundante. A juicio de numerosos autores [Pope y Gilbert (1983), Driver y Oldham (1986)], el constructivismo constituye hasta la fecha la mayor aportación pedagógica al aprendizaje de las ciencias experimentales.

El constructivismo considera más importante cómo se aprende que cómo se enseña; se fija en los procesos mentales internos, y mediante la interacción de los contenidos que el profesor o el medio externo proporciona con las capacidades del alumno, intenta provocar el desarrollo. Acerca el método de enseñanza al modo como el alumno aprende; de esta forma, el alumno

encuentra respuesta a sus propias preguntas, construye su propio conocimiento desde el interior y mejora su capacidad pensante.

Tobin, Capie y Bettencourt (1988) han revisado las investigaciones sobre el aprendizaje de objetivos de alto nivel cognitivo en el dominio de las ciencias experimentales y desde una perspectiva constructivista. La principal implicación que pusieron de manifiesto fue la necesidad de un método de enseñanza activo. Sugieren la utilización complementaria de sistemas de trabajo individual y en grupos de componentes variables, para favorecer la autonomía del alumno. Este proceder implica permitir al alumno iniciativa y capacidad crítica para que se forme su propia opinión, y sólo memorice aquello que comprende.

Vigotski (1962) sostiene que se aprende por instrucción y por desarrollo, y que se debe aplicar la instrucción a contenidos incluidos dentro del "área de desarrollo potencial" [distancia entre lo que un alumno puede resolver él solo, y lo que puede resolver con la ayuda de un adulto], y que incidan con la diferencia cognitiva óptima; esto supone que, si el alumno se esfuerza, pueda mejorar su red de significados. Para este autor, el desarrollo no coincide con el aprendizaje, sino que sigue al aprendizaje.

Los constructivistas apoyan el uso de la estrategia del principio de discrepancia para lograr la acomodación de lo ya conocido a lo nuevo asimilado por conocer. Coll, C. (1987) considera que la construcción de conocimientos se obtiene mediante la modificación, diversificación y coordinación de los propios esquemas, estableciendo las propias redes de significados que potencien el crecimiento personal, lo que supone una memorización comprensiva y una funcionalidad de lo aprendido.



**En definitiva, se trata de utilizar la química como una herramienta para enseñar a aprender a pensar.**



## 7. El currículo de química

Tras haber tratado de modo genérico el aprendizaje de las ciencias experimentales, enfocaré este estudio sobre la química, de la que analizaré cuidadosamente las específicas peculiaridades de sus contenidos. La principal característica del currículum de química es el alto nivel de generalización y abstracción que requieren sus conceptos básicos. La organización necesaria aumenta al hacerlo el número de conceptos específicos. El fin de la química es conectar estos conceptos en todas las

formas que la estructura de la red de significados exige. Durante la enseñanza secundaria no se puede obtener un producto final de los conceptos químicos; un concepto cambia con la experiencia (aumenta el número de relaciones con otros conceptos); por ello, la introducción de cada concepto ha de hacerse de tal forma que su maduración sea posible.

Sumfleth (1988) ha investigado recientemente en alumnos de 16-17 años, en resolución de problemas de química, la relación existente entre tres cualidades:

- 1) Conocimiento de los términos químicos por parte de los estudiantes.
- 2) Relación entre estos términos que los estudiantes consideran
- 3) Los logros en química.

Su conclusión fue que, si bien era factible que los estudiantes adquirieran un razonable conocimiento básico de conceptos químicos, eran incapaces de establecer relaciones entre ellos y de aplicarlos a la resolución de problemas.

Parece conveniente indicar las diferencias de dificultad de aprendizaje que Shayer y Adey (1981) han observado entre las distintas ciencias experimentales. Para estos autores, la física se caracteriza por ser iniciada con facilidad mediante el estudio de cualquiera de sus partes, sin importar el orden; una vez que sus diferentes partes han sido introducidas, la integración de estas partes es difícil. La física es fácil para los meros principiantes y presenta serias dificultades conceptuales para los estudiantes de física avanzada, entre otras causas por los modelos matemáticos complejos que requiere.

Iniciarse en la química exige un nivel de capacidad mayor que el necesario para adentrarse en la física y la biología. En la física elemental muchos de los comportamientos o leyes simples son sólo funciones bivariantes con una variable independiente; por ejemplo, la ley de Hooke ( $F = -K \cdot x$ ), o la ley de Ohm ( $V - V' = I \cdot R$ ). Del mismo modo, la zoología y la botánica son descriptivas pruebas experimentales y, por tanto, precisan poca aplicación de modelos matemáticos.

La química no comienza por formas reconocibles hasta que el alumno posee alguna noción de lo que es un compuesto, en el que las masas de los elementos constituyentes permanecen, necesitan una capacidad 3A (formal inicial). Al comenzar a explicar la química, se observa que en una primera etapa el alumno es incapaz de entender, circunstancia que le produce una cierta frustración (algo que no ocurre con la física) pues el alumno no "engancha". Ello se debe a que los primeros conceptos químicos introducidos no le son útiles para la organización de las observaciones químicas.

No habrá aprendizaje significativo hasta que los hechos químicos no puedan ser presentados de una forma operativa. No debe olvidarse que la primera fuente motivadora interna (del mismo individuo, sin apoyo del profesor) es la realidad del fenómeno químico,

que es la que sugiere que el alumno se haga preguntas, y que necesite encontrar respuestas válidas a las mismas. De ahí la necesidad de crear, primeramente, una base de conocimientos que al principio no se entiende bien, y que sin embargo, al ir avanzando, resulta significativa.

Herron (1975) indica que la causa principal de la dificultad de entender la química radicaba en que más del 50 % de los alumnos que accedía a un curso preparatorio de universidad, no era capaz de razonar al nivel de las operaciones formales. Por ello, al ser la química una disciplina que precisa de ese nivel cognitivo, y de modo especial el actual currículo —que pone más énfasis en los conceptos químicos que en la química descriptiva—, la dificultad del aprendizaje de la química consiste en la imposibilidad funcional, por parte del alumno, de aprender significativamente al carecer de la estructura cognitiva adecuada.

Se ha comprobado en Inglaterra, que el currículo de las ciencias experimentales para alumnos de 12 a 16 años es excesivo para la capacidad que tienen a esa edad [Shayer y Adey (1981)]; lo mismo es esperable que ocurra con la física y la química del curso preparatorio para la universidad. Se vio antes que el pensamiento científico se caracteriza por la capacidad de operar al nivel de operaciones formales, y que sólo el 30 % de los alumnos de 16 años es capaz de operar al nivel de operaciones formales.

Herron (1981), para obviar esa dificultad, indica la posibilidad de una enseñanza de la química en que la proporción de conocimientos que requiera operaciones formales sea menor, y mayor la parte de los contenidos para cuya comprensión sea suficiente con disponer del nivel de operaciones concretas. En mi opinión, dicho planteamiento puede ser conveniente para los alumnos que están muy lejos del pensamiento formal; a este respecto se han creado algunos programas de química cuya comprensión no precisa sino de operaciones concretas. De este modo se les podrá dotar de la cultura química imprescindible que el hombre de la calle necesita en su vida habitual para poder funcionar en una sociedad cada vez más tecnológica. En el caso de alumnos que estén más próximos a la adquisición de las operaciones formales, se debería medir la ayuda pedagógica, y adaptar el currículo de química al área de desarrollo potencial de cada alumno, para que la química sea una eficiente herramienta de aceleración del desarrollo cognitivo.

## 8. La química, herramienta de desarrollo cognitivo


Provocar un desarrollo cognitivo puede ser el mayor desafío que nos brinda esta asignatura. La única manera de atajar el problema es ir a las causas: hay que suscitar una mejora de la estructura cognitiva de los alumnos, y precisamente en esa dificultad de entender los conceptos químicos radica su mayor interés, que

trasciende su valor tecnológico al contribuir a hacer más capaces a los alumnos.

Al margen de la herencia genética de la inteligencia, cuya influencia es menor de lo que se piensa, está demostrado (Herron cita a McKinnon, Joe W. and Renner, John), que una correcta enseñanza puede mejorar el pensamiento formal. La inclusión de experiencias concretas con posibilidades de ver, sentir, tocar y manipular, sólo será útil si se le fuerza al alumno a pensar para entender lo que está haciendo. Los experimentos pedagógicos que estimulen los cambios de ideas abstractas y el cuestionarse la significación de los hechos observados, sin duda favorecerán al desarrollo del pensamiento formal.

En ese continuo enfrentarse con la dificultad, el alumno relaciona cada vez más los conceptos, y ello favorece el desarrollo de las operaciones formales. Dicho de otro modo: el hábito de intentar resolver lo que en un primer momento no se entiende va a favorecer la intercomunicación de las ideas que el sujeto tiene en la mente, y ello contribuirá a organizar mejor su pensamiento.

Indudablemente, el alumno que posea una mejor estructura de ideas, tendrá más capacidad de asentar y clasificar las nuevas ideas que vaya incorporando. En definitiva, se trata de utilizar la química como una herramienta para enseñar a aprender a pensar (el alumno es el protagonista de su propio desarrollo intelectual y quien deberá hacer el esfuerzo para aprender).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, quizá también pueden ser factores decisivos la motivación del alumno y el posible "efecto sinérgico" que puede existir, cuando se produce simultáneamente, un esfuerzo para comprender y un trabajo para retener lo comprendido. Del mismo modo, considero conveniente el preguntar mucho a los alumnos para saber lo que saben los alumnos y cómo lo saben (aspectos cuantitativos y cualitativos). 

## Bibliografía

- Ausubel, D. P., (1983) *Psicología Educativa*. Ed. Trillas, 2ª Edición. México.
- Coll, C. (1987) "Por una opción constructivista de la intervención pedagógica en el curriculum escolar". *Psicología y educación* [pág 143-150], Visor, Madrid.
- Driver R., Oldham V. (1986) "A constructivist approach to curriculum development in science". *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- García Huerta, L. (1988). Autor de la voz "empirismo" en el *Diccionario de las Ciencias de la Educación*. Editorial Aula Santillana, Madrid.
- Herron, J.D. (1981), "Piaget pour les chimistes où on explique ce que les 'bons' étudiants ne peuvent comprendre". *Nouvelles tendances de l'enseignement de la chimie*. Vol. V, pág. 77, Les presses de l'UNESCO.
- Hofacker, U. (1975), "Mejor comprensión de los procesos psicológicos en el aprendizaje de la química". *Nuevas tendencias en la enseñanza de la química*, Vol. IV. UNESCO, Paris.
- Kamii, C., (1987). "La teoría de Piaget y la educación". *Psicología y Educación. Realizaciones y tendencias actuales en la investigación y en la práctica*. [páginas 18-29] Ed. Visor, Madrid.

- Lawson J.E., (1985), "A review of research on formal reasoning and science teaching". *Journal of Research in Science Teaching*. Vol 22; No 7; pp. 569-617.
- Lovell, K. (1961), "A follow-up study of Inhelder and Piaget's the Growth of Logical Thinking". *British J. Psychology*, No 52, págs 143-153.
- Makenzie, B.D. (1982). *El Behaviorismo y los límites del método científico*. Editorial Desclee de Brower, Bilbao, España.
- Monereo, C. (1990) "Pensar es a anticipar como saber es a...". *Comunidad Escolar*, No. 269, pág.3.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1972), *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Ed. Paidós. Buenos Aires, 1972.
- Pope, M., Gilbert, J. (1983), "Personal experience and the construction of knowledge in science". *Science Education*, 67(2) 193-203.
- Posner, G.J. (1982), "Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change", *Science Education*, Vol. 66 No. 2 pp. 211-227.
- Pozo, J.I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Ed. Morata. Madrid.
- Shayer M. (1981), *Towards a science of science teaching*. Heinemann, London.
- Skinner, B.F., (1980), *Ciencia y conducta humana*. Ed. Fontanella. Barcelona.
- Sumfleth, E., (1988), "Knowledge of terms and problem-solving in chemistry". *International J. Science Education*, Vol 10, No 1, pp 45-60.
- Tobin, K., Capie, W. y Bettencourt (1988), "Active teaching for higher cognitive learning science"; *International J. Science Education*, vol 10, No 1, pp 17-27.
- Vygotsky, L., (1962), *Thought and language*. Wiley. New York.

## \* DE CONCURSO \*

*Educación Química convocó en su número de abril a un segundo concurso para estudiantes, con el tema "a pesar de qué o gracias a qué me decidí a estudiar una carrera del área química". El jurado decidió que hubo un empate en primer lugar y se cumple con lo prometido al publicar ambos trabajos en este número. El segundo lugar fue para Mónica Vianey Basave R. y el tercero se lo llevó Miguel Villa Gavaldón.*

# A pesar de que estudio una carrera del área química... Se lo recomendaría hasta a mi peor enemigo

*Francisco Giral López\**

*Educación Química agradece a SITESA y al Grupo Editorial Iberoamérica la donación de los libros que se entregaron como premio a los galardonados.*

Son muchas y muy diferentes las razones que motivan o desmotivan a un alumno a estudiar una carrera del área química, desde un volado, hasta razones mucho más complejas. En este artículo expondré las razones gracias a las cuales y a pesar de las cuales, la decisión de estudiar

ingeniería química fue la mejor.

Cuando conoces a alguna persona en algún lugar o evento social y te pregunta ¿Qué estudias?, al oír tu respuesta, la mayoría pone una cara de asombro, admiración o extrañeza y te pregunta ¿qué hace un ingeniero químico?, ¿para qué estudias eso?, o alguna pregunta por el estilo. Esta actitud, aparte de alimentar un poco tu ego, te pone a pensar en lo poco y mal informada que está la gente en el momento de decidir la carrera a la que quiere ingresar. En el caso de la química, la mayoría de

las personas se limitan a la información del profesor, por lo que en mucha gente, los conceptos de alquimistas en la edad media y de profesionales de la química, no difieren mucho.

En mi caso particular, donde en mi familia se encuentran casi todas las áreas de la química cubiertas por algún pariente, era difícil evadir cualquier tipo de información sobre el tema, que complementada con la orientación de un gran maestro, formaron el primer gusano dentro de mí.

\* Estudiante de Ingeniería Química, Facultad de Química, UNAM.