

La docencia de la Química: ¿una cuestión de actitudes? Actitudes del docente de licenciatura en Química

Pilar Rius de la Pola*

ABSTRACT (Teaching Chemistry: A Matter of Attitudes?)

This article focuses on the different conceptions and practices of the notion of attitude, based on an ethic of leadership, responsibility, justice and passion for teaching, which may enhance teachers performance on the field of Chemistry. Attitude is defined as soul, spirit, principle of human activities; also courage, energy and strength. The teacher is an agent who supposedly has achieved these qualities and uses them in benefit of education; *I propose that attitude is the source, will, as well as disposition, passion (and whatever it takes) to guide, motivate and support the students in the pursuit of educational objectives.* My claim is that in addition to the proper attitude to enhance learning purposes, some strategic aptitudes are requested in a teacher: a set of educational tools, a solid knowledge in the area, and equally important an ethic that allows for interventions on a kind of leadership which fosters generosity, justice, and tolerance, I am trying to elaborate on a notion of "love for teaching", based around the development of the set of attitudes here presented. Within this pedagogy I discuss some desirable attitudes in Higher Education mostly involved with the teaching of Science and Chemistry. I present some examples of these attitudes in the Chemistry Faculty of the National Autonomous University of Mexico in the overall educational context and particularly in a Program of Peer education and inside the classroom.

KEYWORDS: attitude, education, teaching, higher education, leadership, peer education, classroom work

Introducción

La evolución de las sociedades hacia la tolerancia el reconocimiento de la diversidad, el fortalecimiento de la equidad, el desarrollo sustentable y el respeto a las culturas y tradiciones se sustenta en la educación y, por su papel de formadora de educadores, en la Educación Superior (ES).

La explosión informática, los efectos mariposa cada vez más acusados y significativos y el empoderamiento tecnológico a través del conocimiento, inciden sobre la educación y exigen contenidos más estructurados y sistematizados, así como estrategias educativas más diversificadas y eficaces (Galagowsky, 2005). Es necesario hacer más y mejor investigación acerca de cómo educar en todos los niveles y también profundizar en el mejoramiento de la propia investigación educativa, su dimensión social y su repercusión en los planes de estudio, en la matrícula y en el aula.

Han sido motivos de preocupación desde hace varias décadas las actitudes de rechazo hacia la ciencia en general y la química en particular, de los estudiantes en la etapa preuniversitaria, la disminución de la matrícula en las carreras de corte científico y la deserción temprana (Barbera, 2008; Cheung, 2009; Gavidia, 2008; Hernández, 1991).

Los cambios en las actitudes de los adolescentes hacia las carreras de corte científico, y las políticas nacionales y supranacionales que generan en los estudiantes rebeldía y oposición, son causa de la disminución de la matrícula universitaria. En Europa los estudiantes que están inconformes con los planes de estudio del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), rechazan, entre otras cosas, el carácter que consideran profesionalizante y deshumanizado de la formación profesional (Lázaro, 2010; Lobato, 2010).

Es claro que proyectos como los de homologación y movilidad académica y profesional están pensados para el beneficio de la juventud en el mediano y largo plazo, pero cuando esta juventud no se siente participe en las decisiones que la atañen, el docente en activo, en una actitud mediadora, es el más calificado para llevar la voz del estudiante a los foros en los que se debate su futuro y discutir con ellos las propuestas y resoluciones de estos foros.

En otros casos, aunque la matrícula se mantenga sin cambios, el estudiante abandona los estudios en las primeras etapas de la ES. En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la deserción temprana en algunas carreras de corte científico se suele atribuir a inadecuada orientación profesional o deficiencias en la formación preuniversitaria, o bien, en la clase, a los contenidos o estrategias docentes que desmotivan al estudiante en las etapas tempranas de su formación.

Existe abundante literatura en lo relativo a actitudes de los estudiantes y relativamente poca acerca de las actitudes de los docentes (Berg, 2005), posiblemente a causa de la dificultad para evaluarlas y obtener datos estadísticos significativos.

* Facultad de Química, Departamento de Física y Química Teórica, Universidad Nacional Autónoma de México.

Correo electrónico: pilarius@unam.mx

¹ Diccionario de la Lengua Española, Real Academia Española, 19ª edición, 1970.



Figura 1. Volantes repartidos en España por los estudiantes en relación con la reforma de Bolonia.

En este trabajo se hacen algunas reflexiones en torno a las actitudes de los docentes en el contexto de la ES; de las orientaciones del ejercicio docente y la influencia que pueden tener estas variables en el desempeño estudiantil.

En el primer apartado se analizan las actitudes del docente como mediador. En el contexto de la ES las responsabilidades del docente no se limitan al ámbito de las aulas sino que abarcan la vigilancia de la política educativa y de los planes y programas académicos de las instituciones, así como la incorporación de las más avanzadas herramientas de apoyo del proceso de Enseñanza/Aprendizaje (EA).

En el segundo se presenta el Proyecto 71, destinado a atender una situación de excepción en la Facultad de Química de la UNAM, y se postula que el éxito de este programa está sustentado por actitudes de liderazgo de la comunidad académica en el establecimiento de grupos colegiados, la incorporación de estudiantes avanzados en el Programa de Asesores, la colaboración y solidaridad entre los participantes, y la responsabilidad en el mantenimiento de la calidad académica en todo el proceso.

Un tercer apartado se refiere a la clase como el núcleo de toda intervención educativa, en el entendido de que es en el aula donde se ponen en práctica todas las iniciativas nacionales y supranacionales en materia de ES y donde se genera la mayor parte de las actitudes afectivas de los estudiantes de ese nivel hacia la química (Rius, 2010). Se presenta un caso de toma de decisiones acerca de un tema controvertido, en una asignatura del segundo semestre, y un estudio semicuantitativo de las actitudes de los profesores evaluadas por los estudiantes, en esa asignatura. Se comparan estas evaluaciones con el desempeño estudiantil, con la esperanza de que estas reflexiones sean útiles a quienes están comprometidos en la ES.²

² Para profundizar en el salón de clase como espacio público y privado, es decir como lugar que concentra las demandas sociales y como sitio de la memoria e intenso reservorio de afectos y deseos, ver Rius (2010).

Las actitudes del docente como mediador

En este apartado se considera que una parte importante de la responsabilidad en el desempeño de los estudiantes le corresponde a los docentes en su papel de mediadores entre el sistema de ES y la clase, y en esta última, en la interpretación de los programas y la selección de estrategias, con una actitud apropiada para fomentar el aprendizaje.

Hasta la mitad del siglo XX se tenía la idea generalizada de que un buen docente de la ciencia sólo podía ser un investigador en alguno de sus campos; los maestros se formaban en los posgrados de la especialidad y en la ciencia de frontera. La formación en técnicas de la enseñanza es relativamente reciente y no es un requisito para acceder a la cátedra, aunque sí una característica deseable. Las tendencias actuales en la docencia de la ciencia demandan en el docente el conocimiento de su especialidad y además las destrezas necesarias para interpretarla, transmitirla, traducirla, guiar en el acceso a la información y en la construcción del conocimiento; en síntesis, un apropiado Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC o bien PKC por sus siglas en inglés; también en otros países Conocimiento Didáctico del Contenido, (CDC) (Garriz, 2007; 2008; Shulman, 1999; Tiberghien, 2009) a fin de crear condiciones que faciliten el aprendizaje.

Por otra parte, la brecha entre las políticas educativas de los gobiernos y su interpretación en el aula, con los estudiantes, hace necesario que se escuche la voz mediadora de los docentes en las diversas instancias de la formación profesional —las políticas educativas, el diseño y aplicación de los planes de estudio y programas— de manera que se armonicen la legislación vigente y los requerimientos curriculares con las necesidades en materia de recursos y estrategias docentes, así como su puesta en operación en las aulas y los laboratorios (Tenti, 1988).

Las tendencias actuales en materia de EA en las que se traslada el protagonismo desde el docente hacia el estudiante, no caben cómodamente en el diseño de planes y programas. Pareciera que los resultados de las investigaciones educativas, a lo largo de más de dos décadas, son un ejercicio de erudición y no el sustento del proyecto docente de las instituciones.

A fin de armonizar todos los componentes del desarticulado contexto de la educación, la opinión del docente ha de ser tomada en cuenta en el sistema educativo, cuyas resoluciones están destinadas a ponerse en operación en las aulas y laboratorios, que son el núcleo de la educación.

El docente de ES es, con frecuencia, un investigador en el campo de la educación o bien está involucrado en la investigación científica (Adesoji, 2008; Adúriz-Bravo, 2002; Bauer, 2005; Gallegos, 2007; Garriz, 2010). En las carreras de corte técnico, como son algunas de las licenciaturas en química, se encuentran, además, profesores que imparten asignaturas derivadas de su ejercicio de la profesión, o bien como complemento de otras actividades de corte profesional.

No hay evidencia de cuál de las tres orientaciones del maestro, como mediador, es más eficaz en el proceso de EA: el investigador en el campo de las ciencias, el investigador en

educación o el profesional de la química que ejerce como docente. En uno de los apartados de este trabajo (gráfica 2) se comparan las actitudes en la clase de cada una de estas tres orientaciones con el desempeño estudiantil.

Hay mucha literatura relativa a las actitudes de los estudiantes y la afectividad hacia la ciencia en general y la química en particular, en la etapa preuniversitaria y en la licenciatura (Bauer, 2005; Blanco, 2010; Cheung, 2009; Kan, 2006) y las causas del rechazo hacia ciertas políticas educativas (Hernández, 1991; Osborne, 2003; Padilla, 2009). En Europa, por ejemplo, hay inconformidad con los planes de estudio que atienden a las competencias profesionales, con fines de homologación y movilidad profesional en el EEES lo que viene a sumarse a otras causas de descenso en la matrícula.

En otras situaciones, aunque la matrícula se mantenga sin cambios, en las primeras etapas de la ES el estudiante abandona los estudios; es el caso de la UNAM, donde las causas de la deserción se atribuyen a equivocaciones en la elección de carrera, mala orientación vocacional (Munro, 2000), desconocimiento de los planes de estudio, deficiente formación en el bachillerato, factores sociales, o bien políticas educativas y mecanismos de selección inadecuados. Es probable que también las actitudes desacertadas de los docentes en estas etapas sean causa de abandono en la Facultad de Química, donde la mayor deserción ocurre en los primeros semestres y es alrededor de 30 a 35%.

¿A quién le corresponde tender el puente entre las políticas educativas, los planes y programas de estudio de las ciencias, las propuestas didácticas y el día a día de las tareas en un salón de clase?

En este trabajo se postula que la actitud mediadora del docente, frente a las políticas educativas, el devenir de la ciencia y la tecnología, y las propuestas de la muy abundante investigación didáctica, permite armonizar estos elementos en el espacio del aula.

La educación ya no está acotada a “maestros et escolares” en el aislamiento de las aulas, como era en la Edad Media y muchos siglos después, sino que debe extenderse también a la participación de ambos universos en las decisiones de las instancias superiores del sistema educativo de manera que en los programas y planes de estudio esté contemplada la incorporación de las estrategias más avanzadas en materia de EA, cuyo tratamiento no suele considerarse a la hora de asignar tiempos al desarrollo de actividades en el aula.

Una actitud participativa y vigilante del docente contribuye a ajustar los contenidos asignados a un tema con las horas destinadas a “cubrirlos”, en el entendido de que un programa no es una serie de cuestiones que el maestro expone sino una serie de conocimientos que el estudiante ha de adquirir con la mediación del profesor y a través de una intensa implicación personal en el desarrollo y discusión de los conceptos y las tareas (Osborne, 2004), todo ello en un clima que propicie el trabajo dirigido y apoye el aprendizaje (Asensio, 1993; Gavidia, 2008).

Actitudes institucionales. Proyecto 71

Asesores estudiantes en la Facultad de Química de la UNAM

La inminencia de la duplicación de las inscripciones en el primer ingreso de 1971 y la preocupación fundada, acerca de que las clases tradicionales con poblaciones estudiantiles multitudinarias aumentasen la deserción, obligó a la comunidad de la Facultad de Química a buscar soluciones creativas. En vista de que, por razones obvias, no cabía la duplicación de recursos ni de espacios se diseñó un proyecto educativo —el Proyecto 71— que consistía, a grandes rasgos, en clases tradicionales para 200 a 300 estudiantes, complementadas con grupos pequeños donde se realizaban actividades de discusión, resolución de problemas y trabajo bibliográfico en equipos (Bennett, 2005; Gómez Moliné, 2007).

La puesta en operación del Programa de Asesores que sigue vigente y en el cual profesores experimentados inician a estudiantes sobresalientes en la tarea de asesorar al primer ingreso, es una de las iniciativas de mayor peso del Proyecto 71.

En este proyecto hay que destacar la actitud del docente que ofrece su tiempo y experiencia al servicio de la formación y orientación de los asesores estudiantes y la de los propios asesores, quienes, sin descuidar sus estudios se comprometen a orientar y guiar a los estudiantes de primer ingreso, en una actitud desinteresada de servicio³ (Annis, 1983; Becker, 1998).

En el diseño del Programa de Asesores estaban contemplados reglamentos relativos al compromiso de los docentes en la formación, seguimiento y obligaciones de los asesores, las ventajas en materia de orientación, formación en la didáctica de la ciencia y apoyo para una futura carrera académica (Canales, 2004; Goodlad, 1998).

Cada elemento en la organización del programa asumió su responsabilidad, estableciéndose un engranaje para atender a la demanda estudiantil, sin demérito de la calidad académica y liderazgo de la Facultad.

La motivación recibida de las autoridades generó en la comunidad un cambio de actitudes muy favorable al desarrollo de grupos colegiados en torno al proyecto;⁴ se formó un grupo de asesores estudiantes de semestres avanzados que orientaban a los de primer ingreso.

En el diseño del Programa de Asesores estaban contemplados reglamentos relativos a la formación académica y al tiempo disponible de los mismos, así como al compromiso de los docentes en la formación, orientación y seguimiento del asesor y, en su caso, apoyo, mediante alguno de los programas institucionales, con vistas a una futura carrera académica.

³ Los estudiantes participantes no recibían remuneración. Con el tiempo, muchos de los asesores fueron contratados por la institución.

⁴ Entrevista con la profesora Natalia de la Torre, primera coordinadora de Asesores del Programa.

En la actualidad, los asesores estudiantes trabajan en seminarios y talleres con profesores en las técnicas didácticas y en los contenidos de las asignaturas. Las expectativas acerca del desempeño de los estudiantes asesores fueron muy altas desde el principio; es posible que el éxito del programa se haya debido a las actitudes generadas por estas expectativas (Foot, 1990; Monroy, 2004; Shulman, 1986).

El trabajo con los estudiantes de primer ingreso dependía, como hoy, de la asignatura, y consistía fundamentalmente en asesorías en temas precisos en pequeños grupos y, además, disponibilidad en horas y locales predeterminados, para que los estudiantes consultasen sus dudas, lo que frecuentemente derivaba en estudiar juntos (Felder, 1996). De esa actitud solidaria que los estudiantes avanzados ofrecían a sus compañeros más jóvenes surgió, en varios casos muy afortunados, una verdadera vocación docente; muchos de los asesores estudiantes de 1971 son hoy docentes e investigadores de prestigio internacional (De la Torre, 2010). Conviene no olvidar que toda esta importante estructura nació del Proyecto 71.

En opinión del Coordinador de Asesores en Fisicoquímica, que primero fue estudiante asesorado y después asesor, las asesorías son un excelente mecanismo de convivencia con compañeros más jóvenes, de ayuda mutua y, para el asesor estudiante, una oportunidad de formación a través de las responsabilidades de la asesoría. Los asesores tenían “reglas de oro”:

1. Primero mis materias y mi propia formación profesional y después las asesorías.
2. Hay que aprender a decir “no lo sé” y después consultar e indagar para obtener la respuesta o bien buscarla junto con el estudiante asesorado.
3. Es necesario respetar los tiempos acordados con los estudiantes que solicitan asesoría.

En las asesorías se establecen relaciones afectivas entre los docentes, los asesores y los estudiantes más jóvenes a lo largo, frecuentemente, de décadas.⁵

En palabras de uno de los asesores de la primera generación, su participación en el programa de asesores: “Fue una gran distinción, ya que todavía no había acabado la carrera... yo había sido seleccionado para ser asesor... mi relación con los alumnos nunca dejó de ser amistosa... afectiva... [los estudiantes] volvían frecuentemente. Ellos sabían que éramos útiles para resolver las series de problemas...”. Valora lo importante que fue para su formación la colaboración con los maestros y está enfáticamente seguro de haber contribuido con su actitud solidaria a la construcción del conocimiento y la formación de sus asesorados, entre ellos, destacados miembros del personal académico actual de la Facultad, quienes, con el tiempo, llegaron a ser sus ayudantes de cátedra y, más

⁵ Entrevista con Ramiro Domínguez Danache, profesor titular y coordinador de las Olimpiadas de Química en la UNAM. Coordinador durante más de una década del Programa de Asesores.

tarde, distinguidos miembros de la comunidad académica de la UNAM.⁶

No es posible valorar cuantitativamente la eficacia de las asesorías en los graduados de esas generaciones; había variables y estrategias en las que no estaban incluidos los asesores. Lo que sí es evaluable es que entre los académicos excepcionalmente exitosos de muchas generaciones de químicos, existe una elevada proporción de egresados formados en el Programa de Asesores.⁷

Actitudes en el aula

La clase como espacio de convergencia en la Educación Superior

En este apartado se hace énfasis en la importancia del trabajo en el aula y se comenta la actitud del docente en una asignatura de contenido controvertido, en relación con la construcción del conocimiento y con la formación de los egresados.

La clase es el espacio en el que se ponen en práctica políticas, ideas y estrategias educativas; en la práctica existe un desencuentro importante entre el sistema de ES, los estudios teóricos en docencia con su riqueza de diseño, evaluación, reflexiones y recomendaciones, y la repercusión de todo ello en el último eslabón de la cadena educativa que es el salón de clase (Osborne, 2003).

Cuando se observa el esfuerzo y creatividad que se destinan al diseño de instrumentos de evaluación de actitudes, afectividad (Blanco, 2010; Garritz, 2010; Kan, 2006), ideas previas (Bello, 2004; 2007; Kind, 2004), indagación, argumentación (Osborne, 2004; Zeidler, 2003) y otros conceptos, en los estudiantes de ciencia, y las publicaciones en diversas situaciones y contextos como parte de una estrategia universal de mejoramiento de la docencia de las ciencias, sorprende la escasa repercusión que todo este trabajo tiene en el aula. La impresión que se tiene es que la investigación educativa toma un camino y el trabajo en clase, uno diferente que poco tiene que ver con ella.

Las tareas en el aula que incluyen —o deberían incluir— el acopio de información acerca de los estudiantes, las estrategias adecuadas a la construcción del conocimiento (García-Estañ, 1999; Gómez, 2004) y los mecanismos de evaluación del desempeño estudiantil, se sustentan en buena medida en la formación y actitudes de los docentes, las cuales dependen a su vez de su historia y visión personal, que no siempre coincide con las tendencias y recomendaciones de la investigación educativa.

En la Facultad de Química de la UNAM, el cuerpo docente se compone de investigadores en alguno de los campos de la

⁶ Entrevista con Andoni Garritz, profesor titular, miembro del SNI y editor de la revista *Educación Química* de la UNAM. Asesor estudiante en 1971.

⁷ En los archivos de las Coordinaciones de Asesores están relacionados estos profesionales.

química o de la educación y profesionales que dedican parte de su tiempo a la docencia.

El número de docentes que hacen investigación educativa está ganando terreno, pero es mucho más abundante la población que procede de las profesiones químicas o de la investigación en las ciencias. Todavía hoy está extendida la idea de que el perfil ideal del docente está entre estos últimos. Esta idea está probablemente asociada a la tendencia a priorizar la investigación científica sobre la docencia y la investigación educativa (Osborne, 2003) en buena parte de las instituciones de ES.

En el Mapa 1 se presentan las diversas orientaciones de los docentes en la asignatura de Estructura de la Materia, que es la que se ha seleccionado como ejemplo, y el lugar que ocupa la clase como núcleo del proceso educativo y espacio de construcción del conocimiento.

En la clase, el docente diseña las tareas con base en la información que ha obtenido acerca del grupo, además es moderador, traductor, guía, facilitador y colaborador en la construcción del conocimiento; para ello necesita diseñar una cierta estructura de EA que tenga en cuenta todas las variables que van a condicionar las actitudes y motivaciones de los estudiantes.

Las actitudes de los docentes que están tratadas en la literatura se refieren sobre todo a la enseñanza primaria y secundaria; por ejemplo, la afectividad y la motivación están dirigidas a fomentar en los estudiantes el gusto por la ciencia y por la química (Berg, 2005; Garritz, 2010; Osborne, 2003). En la ES hay muy pocas referencias, acaso por el sobreentendido de que el estudiante adulto ya manifestó su vocación y preferencia por la ciencia al inscribirse en una carrera de química y no se necesita refuerzo adicional, pero la experiencia demuestra que con frecuencia las expectativas de los estudiantes no se

cumplen en etapas tempranas, que es cuando se dan cifras más altas de deserción.

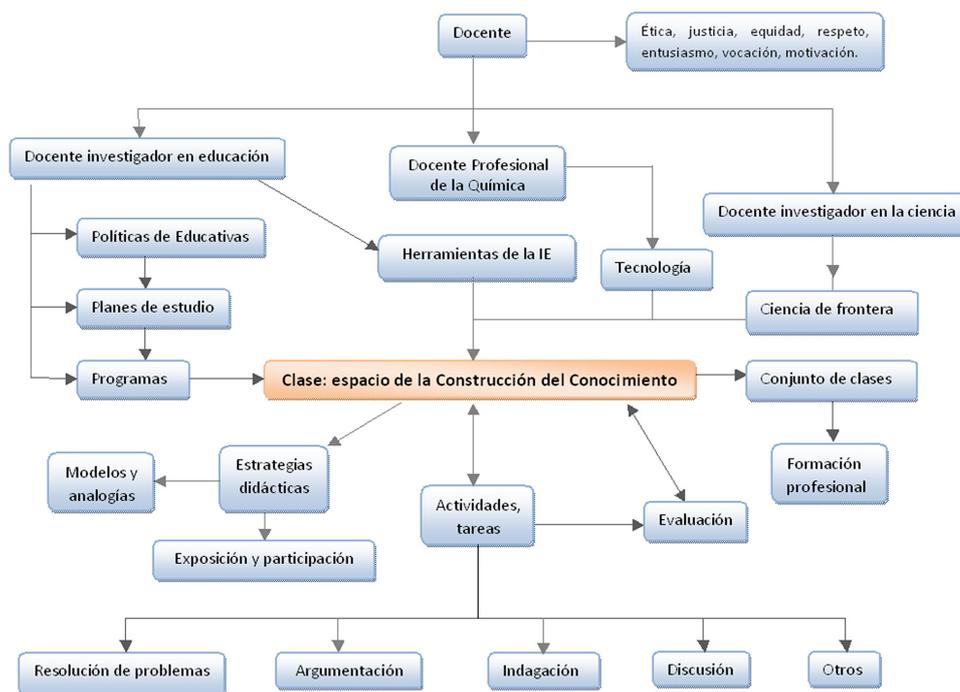
Una actitud inteligente y sensible de los docentes en estas etapas puede frenar el desánimo inicial hasta que el propio estudiante decida si permanece o no en la carrera.

En el apartado anterior se han visto ejemplos de cómo apoyar a los estudiantes que lo necesitan, con iniciativas que complementan las tareas en el aula; el apartado siguiente muestra algunas actitudes de los profesores en el día a día de la clase.

Se ha seleccionado para este apartado un tema de la asignatura Estructura de la Materia que pertenece al tronco común de las carreras de la Facultad de Química de la UNAM y cuyo contenido temático ha sido tradicionalmente causa de desencuentro entre los planes de estudio, los programas de las asignaturas y la práctica docente, presumiblemente a causa de la actitud con respecto al tratamiento de los principios de la mecánica cuántica en átomos y moléculas (Izquierdo, 2004; Taber, 2003; Tsaparlis, 1997, 2002).

Actitudes del maestro en clase: la elección de modelos y lenguaje en un tema controvertido: *¿Son necesarios los principios de la Mecánica Cuántica en el primer bloque de las carreras de Química en la UNAM? ¿Aportan estos principios algo fundamental a cambio del esfuerzo que significa su tratamiento? ¿En vista de que no es posible aplicar muchas de las estrategias docentes recomendadas por la investigación educativa, conviene optar por la clase tradicional con escasa participación del estudiante?*

No está en discusión que para el estudio de la estructura de la materia se necesitan conocimientos acerca de los fundamentos de la mecánica cuántica, lo que sí se tiene que considerar es el tiempo que se va a destinar a este tema, la extensión y profundidad con que se va a tratar y la participación del



Mapa 1. La clase como el espacio de construcción del conocimiento, con el docente como guía y diseñador de las estrategias y actividades.

estudiante en el proceso, todo ello, *hasta que exista la evidencia del cambio conceptual*.

El docente tendrá que seleccionar los contenidos y estrategias para el proceso de EA del tema y verificar los conocimientos e ideas previas de los estudiantes (Bello, 2004; Galagowsky, 2009; Kind, 2004; Tiberghien, 2009; Tsaparis, 2009), pero lo fundamental será la actitud con la que aborde el tema; los principios de cuantización, de incertidumbre y de dualidad; los modelos, el lenguaje y las analogías y, desde luego, las metas que habrán de alcanzar los estudiantes.

Desde hace varias décadas quedaron sepultadas las actitudes de arrogancia de la ciencia del siglo XIX en la que todo estaba resuelto y sólo faltaba que la tecnología proveyese de herramientas para observar el mundo microscópico y medirlo hasta la sexta cifra decimal. La química de hoy se aborda con modelos; no hay certidumbre acerca de la esencia de la materia, sólo verdades limitadas o verdades “por lo pronto”. Ese estado de cosas no le suele gustar al estudiante que exige verdades concretas, y puede atribuir la ausencia de certeza y precisión a deficiencias en la capacidad del profesor para la transmisión del conocimiento.

Se ha hecho tanto énfasis en que para construir el conocimiento hay que “entender”, se ha subrayado con tanta autoridad que el maestro es un “traductor de significados” cuya mediación es necesaria *para lograr que los estudiantes entiendan*, que resulta muy complicado construir el conocimiento sin que entender sea una premisa de inicio para dicha construcción (Tiberghien, 2009).

A los estudiantes no les gustan las situaciones que no entienden y los principios de la mecánica cuántica efectivamente no se entienden; hay que aceptarlos. En palabras de Richard Feynman: “Pienso que se puede afirmar tranquilamente que nadie entiende la mecánica cuántica” (Feynman, 1965).

Pero los estudiantes pueden llegar a la conclusión de que no están entendiendo porque no se les están explicando bien las cosas: “El profesor no sabe transmitir los conocimientos”.

Frente a esta conocida y reiterada afirmación, es tentadora la actitud de pasar por encima de lo relativo a probabilidades, dualidades e incertidumbres que confunden a los estudiantes y les hacen perder confianza en las capacidades del traductor para enseñar y la de ellos mismos para entender. Es muy válido optar por el camino cómodo de colocar a los electrones en “regiones” o “dominios” determinados por una función, a la que se alude “como de pasada” aunque esto signifique que se pierda la oportunidad de que los alumnos conozcan las herramientas actuales de acceso al conocimiento de los nanosistemas, con todo lo que esto implica en su formación integral. De cualquier manera, hay que ser muy valiente para —dado que no tenemos la certidumbre acerca de la naturaleza de los electrones, tampoco del lugar que ocupan en los átomos ni de todo los aspectos de su comportamiento— plantarse en una clase llena de estudiantes, que suelen proceder de un sistema educativo tradicional, y decirles, al estilo de Sir Arthur Eddington, que lo que ocurre es que: “Algo en alguna parte está haciendo quién sabe qué”.

Pero también hay que considerar que una actitud “esencialmente química” puede pasar totalmente por alto los modelos cuánticos y dar por bueno que el “átomo químico” (Izquierdo, 2004) es el que explica el comportamiento de la materia en las reacciones y procesos químicos. Efectivamente, el modelo químico es una excelente herramienta docente; es muy probable que la mayor parte de los egresados nunca necesite otro modelo, pero los otros modelos existen y han probado ser muy útiles a unos cuantos investigadores y fuente de ingresos estratosféricos en algunas empresas; además, está comprobado que estos modelos han representado una importante contribución al PIB de algunos países. No se pueden pasar por alto.

Las opiniones de los estudiantes y las recomendaciones de autoridades en la materia pueden influir en la toma de decisiones, pero, al margen de estas consideraciones, existe una ética profesional del docente que lo impulsa a no dejar huecos en su asignatura, sobre todo, si piensa que estos huecos van a generar deficiencias importantes en la formación de los estudiantes.

En el largo plazo, no se pueden medir las consecuencias de cada alternativa en el ejercicio profesional del químico; aquí sólo se señala que la actitud del docente va a significar una diferencia en el perfil de los egresados y, por ende, en el desarrollo científico y tecnológico del país.

La interpretación del programa de la asignatura es parte de la libertad de cátedra, la unidad que corresponde a los principios de la mecánica cuántica abarca fundamentos: Heisenberg, de Broglie, Schrodinger y funciones de onda. En vista de los temas de la unidad y del tiempo relativamente corto destinado para su tratamiento, es necesario tomar algunas decisiones, precisamente en ejercicio de la mencionada libertad de cátedra: ¿Se incluye el modelo de Bohr, que no aparece en el programa, pero que es una joya didáctica en materia de cuantización? ¿Se incluyen los cálculos de partícula en una caja, que tampoco están contemplados en el programa, pero que ilustran, con un modelo sencillo, las condiciones de frontera, los números cuánticos y las funciones de onda? ¿Se destina un tiempo al cambio conceptual en materia de probabilidad, funciones y ecuaciones de valores propios? ¿Se habla del espectro de la radiación electromagnética, de Planck y del nacimiento y principios de la mecánica cuántica?

Todo lo anterior, trabajado con la participación de los estudiantes, tareas, discusiones y demás elementos de la construcción de conocimiento, teniendo en cuenta las ideas previas de los estudiantes, que muchas veces están generadas en la educación preuniversitaria, gastaría todo el tiempo destinado a la unidad completa. El resto habría que tratarlo en un tiempo mucho menor que el que asigna el programa y a costa de otros temas.

Es necesario tomar decisiones acerca de lo que se puede abarcar en el espacio asignado; la inclusión o no de principios en los que se fundamenta el cambio conceptual en relación con las partículas elementales y, lo que es aún más importante, *que estos principios propician el cambio de actitud de los estu-*



Gráfica 1.

diantes hacia los caminos de acceso al conocimiento científico de la materia.

¿Qué debe hacer el docente?, ¿“cubrir” el programa en una serie de conferencias, con escasa participación estudiantil?, ¿extender un tema a costa de otros?, ¿es válida, es ética esta última actitud? Por otra parte, ¿es válido, es ético, dejar pasar la oportunidad de que el estudiante conozca los métodos de la mecánica cuántica?, ¿es ético omitir modelos que han contribuido al diseño de cerca de 50 millones de compuestos químicos en menos de 50 años, aunque no aparezcan explícitamente en el programa?, ¿cuál es la actitud adecuada en el aula?

No existe respuesta fácil frente a estas interrogantes. Las únicas referencias son el programa de la asignatura, los exámenes departamentales, en los que se preguntan conocimientos básicos, y la percepción de los estudiantes acerca de las actitudes del profesor, que favorecen el aprendizaje.

A continuación se muestran las evaluaciones que hacen los estudiantes de sus maestros de Estructura de la Materia, en un cuestionario oficial que contestan todos los estudiantes en todas las asignaturas⁸ y que se centra en las actitudes que favorecen el aprendizaje.

Opiniones de los estudiantes acerca de las actitudes del docente en la clase

La asignatura Estructura de la Materia es impartida por una veintena de docentes, con amplias diferencias en experiencia, formación académica y orientación profesional. Los cursos son de tres horas semanales, sin laboratorio. La evaluación del desempeño docente es realizada por los estudiantes en el semestre siguiente al del curso, una vez conocidas las calificaciones finales y las de los exámenes departamentales. En la gráfica 1 se presentan los resultados promedio globales de dicha evaluación y en el cuadro 1 están enumeradas las preguntas.

La gráfica 1 se elaboró con los datos de evaluación del desempeño docente; es de señalarse que lo que evalúan los estudiantes con la preguntas del cuadro 1 son las actitudes del docente, tales como ellos las perciben y también, que los valores son altos, comparados con otras asignaturas del tronco

Pregunta	EL(LA) PROFESOR(A)
1	Asiste a impartir la clase.
2	Es puntual en cuanto al horario de clase.
3	Controla adecuadamente la disciplina del grupo.
4	Demuestra interés porque los estudiantes aprendan.
5	Muestra dominio de los contenidos de la asignatura.
6	Muestra capacidad para transmitir conocimientos.
7	Es atento y respetuoso con los estudiantes.
8	Entrega puntualmente las calificaciones de exámenes y tareas.
9	Muestra interés por evaluar justamente.

Cuadro 1.

básico, a pesar de ser una asignatura con índices altos de reprobación.

Para la elaboración de la gráfica 1 se utilizaron las respuestas de ocho cursos semestrales de Estructura de la Materia con 12 a 20 profesores por curso de 30 a 50 estudiantes, dependiendo del volumen de las inscripciones. Fueron evaluados en total 20 profesores por 4,787 estudiantes a lo largo de ocho semestres en 126 cursos. Las calificaciones son de 0 a 10.

Las preguntas 1 y 2 son cuantitativas: evalúan las faltas a clase y los retardos del maestro; en general son rubros bien evaluados y no hay diferencias significativas entre unos maestros y otros, salvo algún caso muy raro, de ausentismo y otros, algo más frecuentes, de incumplimiento de horario.

Las 3, 7 y 9 evalúan actitudes de respeto y justicia del maestro hacia los estudiantes, cumpliendo los compromisos, manteniendo una actitud justa y correcta y no permitiendo distracciones.

La pregunta 8 revela actitudes negligentes que suelen desalentar a los estudiantes. La presencia de asistentes en el grupo, que colaboren en la revisión de las tareas, suele elevar la calificación, pero no todos los profesores tienen asistentes.

En este estudio interesa sobre todo comparar las preguntas 4, 5 y 6 porque son las que están directamente relacionadas con la actitud del profesor hacia el proceso de EA. Los resultados de estas preguntas en la gráfica 1 vienen a expresar: “El maestro conoce bien su asignatura pero no le importa mucho si yo aprendo o no y no me explica bien”.

Se han comentado las dificultades didácticas que presentan los temas relativos al comportamiento de los nanosistemas. La imposibilidad de entender algunos de los principios y modelos, que, con frecuencia, el estudiante atribuye a incapacidad del maestro, se refleja en la baja calificación en el rubro 6: “Muestra capacidad para transmitir conocimientos”, cuyo promedio es 8,5, comparado con la calificación de la pregunta 5 relativa al dominio de la materia, con un promedio de 9,2; el profesor “muestra dominio de los conocimientos de la asignatura”, pero no es muy capaz a la hora de transmitirlos y tampoco está muy interesado en que los estudiantes aprendan, pregunta 4 calificada con 8,9 (en el baremo oficial una calificación menor que 9 se considera insuficiente).

En una inspección directa de la pregunta 6 en cada grupo,

⁸ En los últimos semestres no se suele hacer esta evaluación.

se observa que el promedio de 8.5 no es el resultado del acumulado de calificaciones altas y otras muy bajas como en otras preguntas, sino que consistentemente la calificación de esa pregunta es la menor de todas; los estudiantes en los 126 grupos contabilizados, en total 4787, opinan que los profesores no tienen la actitud adecuada para favorecer el aprendizaje.

Los maestros que conocemos las evaluaciones y sistemáticamente nos encontramos con bajas calificaciones en el rubro 6, a lo largo de 8 semestres (y muchos más que no han sido relacionados) concluimos que aparentemente no hemos dado con la actitud que se necesita para que los estudiantes aprendan. O no hemos encontrado los modelos adecuados a los antecedentes escolares en materia de ideas y conocimientos previos, o no hemos analizado estos antecedentes con suficiente acuciosidad, o no hemos tenido tiempo, dado lo apretado del programa, de tratarlos con las estrategias destinadas a propiciar el cambio conceptual. O tal vez no hemos sido lo suficientemente eficaces en la voz de alerta acerca de la necesidad de disponer de tiempo para aplicar ciertas estrategias, en materia de argumentación y discusión, que requieren algunos temas. O no hemos tenido una actitud suficientemente persuasiva para que se modifiquen los programas y se asigne un tiempo mayor a los temas en conflicto. O no hemos considerado que los planes y programas de ES y la distribución del tiempo son parte de nuestra responsabilidad docente, entre otras razones para generar espacios de innovación educativa. O no hemos hecho la tarea en materia de Conocimiento Pedagógico del Contenido (Garritz, 2007; 2008; 2010; Nieto, 2007; Reyes, 2010; Shulman, 1999) en el que están consideradas casi todas las proposiciones anteriores.

En relación con el último rubro del apartado anterior que resume muchas de las inquietudes relativas al desempeño docente, transcribo una reflexión que puede ilustrar lo que el CPC del docente aporta a la enseñanza:

“El docente con un alto grado de CPC analiza el contenido a enseñar desde una perspectiva completamente distinta a la del maestro novato o un investigador experto en la disciplina. Sus intereses y motivaciones lo llevan a reflexionar constantemente sobre la naturaleza y estructura del conocimiento químico (Jensen, 1998), y a tratar de identificar grandes ideas y conceptos integradores.

“Para muchos maestros este tipo de conocimiento es el resultado de años de experiencia, trabajo en solitario, reflexión y estudio autodidactas. Desgraciadamente, una gran proporción de maestros jamás llega a desarrollarlo. Los programas de formación y actualización docente tienden a concentrar su atención en la presentación y análisis de modelos y estrategias genéricas de planeación, manejo de grupo, enseñanza y evaluación, y dedican poco tiempo a la reflexión del contenido desde las perspectivas pedagógica y didáctica. En gran medida se asume que la fusión entre contenido y pedagogía se dará naturalmente en el aula. La amalgama, sin embargo, se concreta en casos contados”. (Talanquer, 2004)

De acuerdo con estas reflexiones, en los profesores que hacen investigación educativa (IE) se lograría, en principio, esta amalgama y serían mejores transmisores del conocimiento que los que hacen investigación científica (IC) y los profesores que dedican mayoritariamente su ejercicio profesional a la docencia (P).

Con el propósito de mostrar si, en la asignatura que se ha tomado como ejemplo, se cumplen estas premisas, se hizo el estudio que se muestra en la gráfica 2. Se establecen tres categorías de orientación del quehacer del docente en la academia o en la profesión de química.

IE.— Profesores que hacen investigación educativa, además de la docencia, como únicas actividades académicas. En este estudio sólo hay tres profesores con estas características que impartieron Estructura de la Materia: 7, 3 y 2 semestres.

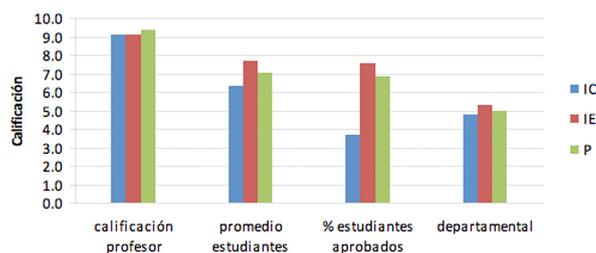
IC.— Profesores que realizan investigación en algún campo de la química. En este rubro se seleccionaron los que habían tenido grupo un número mayor de semestres. En esta categoría están los profesores que más cursos impartieron: 7, 7 y 5.

P.— Profesores que dedican la mayor parte del ejercicio profesional a la docencia; también se seleccionaron los que tuvieron un mayor número de grupos, en este caso, 7, 7 y 4.

La gráfica 2 se elaboró con los resultados de un máximo de siete semestres que corresponden a 1689 estudiantes. No se ha encontrado correlación entre los resultados del desempeño estudiantil y la evaluación de las actitudes de los profesores; aparecen valores muy altos para estas últimas y, si se considera el desempeño estudiantil, éste no es destacado en ningún caso.

En la gráfica 2 se puede apreciar que, en la opinión del estudiante, las actitudes de los profesores merecen altas calificaciones, a pesar de que su propio desempeño sea modesto. Los promedios semestrales, el porcentaje de aprobación y los resultados del examen departamental son bajos, sobre todo los del examen departamental, que es mismo para todos los grupos de cada semestre y permite comparaciones entre los conocimientos de los estudiantes, de cada grupo. Los promedios semestrales guardan cierta relación con las calificaciones de los exámenes departamentales y también con los índices de aprobación, salvo el del grupo IC que es muy bajo. Los promedios y el porcentaje de aprobación dependen del profesor en

evaluaciones /orientación del docente



Gráfica 2.

su grupo y no son estrictamente comparables con los conocimientos adquiridos en otros cursos en los que suele haber diferentes niveles de exigencia.

Se podría pensar que el grupo IE obtiene mejores resultados en el desempeño estudiantil; en realidad aunque es posible que las herramientas docentes al alcance de estos profesores sean más modernas o eficaces, no es posible afirmar nada con los resultados de este estudio, dado que el número de grupos impartidos por los docentes de la categoría IE es menor que los que impartieron los demás. Y, además de que, como se ha señalado, dos de los tres rubros que evalúan el desempeño estudiantil dependen del profesor.

Se pueden hacer algunas comparaciones en lo que se refiere al Examen Departamental en el que unas cuantas décimas, dado el volumen de las respuestas, tienen significado. Lo primero que se nota es que las calificaciones son insuficientes (6 es el mínimo aprobatorio de cualquier examen). Se observa también que hay una diferencia de 0.5 entre los resultados de las categorías IE e IC; alrededor del 10% de la calificación. Este resultado sugiere que la participación del docente en la investigación educativa favorece el aprendizaje, en las etapas tempranas de la ES.

Este resultado invita a la reflexión acerca de lo importantes que son, para favorecer el aprendizaje, el perfil y las actitudes del profesional de la docencia, entendido como el especialista que incorpora a sus funciones pedagógicas, una voz autorizada en la investigación educativa. Aunque, es claro que, hacer investigación educativa no necesariamente implica que se pongan en el aula las recomendaciones del muy abundante material disponible en este rubro, a veces generado por el propio docente. La ausencia de amalgama a la que se refiere Talanquer (2004) se da en todas las categorías y niveles.

Comentarios

Lo que sigue es una serie de reflexiones y propuestas, sugeridas por el material presentado pero, sobre todo, por la experiencia acumulada y procesada durante más de 60 años de práctica docente.

Las características del docente que necesita la ES en el campo de la química demandan de este profesional una absoluta dedicación a su labor en el proceso de enseñanza aprendizaje, en el entendido de que el aula no es una célula aislada en el tejido de la educación, sino el espacio en el que convergen las iniciativas de las políticas del momento; del diseño y la planeación de las intervenciones educativas y de la puesta en operación de las estrategias didácticas más avanzadas en la construcción del conocimiento.

Con ser esencial, el quehacer cotidiano en el aula, no es la única tarea del docente; su compromiso con la educación va más allá de la elección de modelos para su próxima clase, más allá de sus responsabilidades frente a un grupo; más allá de las tareas fuera de clase y de los tiempos de asesorías y tutorías, más allá de la vigilancia de los planes de las carreras y los programas de las asignaturas, más allá, también de las políticas universitarias, hasta alcanzar las más elevadas instancias de

decisión en materia de educación. Es desde esas instancias y, en cascada hasta la elección de las estrategias para la próxima clase, en donde la actitud del docente ha de prevalecer como tal; es decir, una actitud crítica que defienda los intereses de la docencia, que lleve al aula las propuestas de la investigación y que vigile las políticas educativas rechazando las que van en detrimento del proceso de formación integral de los estudiantes.

Las tres vertientes de la ES —la política, la investigación y el salón de clase— son responsabilidad del docente:

- Las políticas educativas, porque aunque su elaboración está a cargo de profesionales relacionados con la educación, no hay garantías acerca de las consecuencias en el aula. No es sólo la presencia de docentes, sino *la participación de docentes con las actitudes apropiadas en relación con el proceso de EA*, lo que se necesita en materia de políticas educativas.
- En lo relativo a investigación educativa, para que ésta no quede en un mero ejercicio de erudición y propuestas en el vacío, es necesario que *las actitudes mediadoras del docente las lleve a la práctica en el salón de clase*.
- Una vez hecho su trabajo en las políticas y la investigación, el desempeño del profesor en el aula depende más del ánimo, que de la erudición; más del talante, que de los grados acumulados; más de actitudes que favorezcan el aprendizaje, que de la excelencia en investigación; más del amor por la docencia, que de los reconocimientos; más de la ética, que de la calificación del desempeño académico y más de la afectividad que de una brillante oratoria. Todos los talentos enumerados son, sin duda, muy deseables en un docente, pero no más significativos en el proceso de EA que un *conjunto de actitudes que favorezcan el aprendizaje y la formación integral de los estudiantes*.

En este trabajo no se demuestra que ciertas actitudes del docente faciliten el aprendizaje; un docente sabe que eso es cierto, aunque no tenga muy claro cuáles son. Valdría la pena ahondar más en el tema; el cuestionario de evaluación docente de este trabajo no contempla el detalle de algunas actitudes que es necesario calificar si se quieren establecer relaciones con los objetivos de EA. Por ejemplo las actividades que desarrollan los estudiantes, el portafolio del profesor, el CPC, los trabajos en equipo, el papel de moderador en las discusiones, la disponibilidad fuera de clase, las actitudes frente a la diversidad y la educación de pares, las actitudes de justicia, equidad, tolerancia y respeto; y esa complicidad con los estudiantes que los hace partícipes en la generación de ideas y propuestas, argumentación, diseño y evaluación de modelos y en suma todo lo que contribuye al cambio conceptual y a la construcción del conocimiento. También habría que evaluar las actitudes de honestidad y humildad en el reconocimiento de que la ciencia es cambiante, que los métodos de acceso al conocimiento no siempre son tan directos como los de la educación preuniversitaria, que hay verdades evidenciables y verdades provisionales, y que es necesario aprender a distinguir unas de otras. Que no hay modelos buenos y malos, sino que hay que elegir el más adecuado a cada situación y a cada pro-

blema. Que a veces el conocimiento es asunto de entender y asimilar y en otras, de aceptar y aprovechar lo que no entendemos, para avanzar en lo que queremos o necesitamos, seguros de que al avanzar, iremos generando otras verdades provisionales que se irán desechando cuando surjan otras más poderosas, acaso, también provisionales.

En relación con las orientaciones de los profesores en las licenciaturas de química, si se asume todo lo que implica el quehacer del docente, éste es demasiado demandante para compartirse con otros compromisos. La figura del docente profesional y del docente investigador en ciencia, tenderán, con el tiempo, a equilibrarse con la del docente con dedicación exclusiva a la educación, hoy en importante inferioridad numérica, sobre todo en las asignaturas básicas, en las que la dedicación absoluta es importante por la necesidad de abatir los niveles alarmantes de deserción.

Aunque se presentan datos numéricos en relación con ciertas actitudes de los docentes, no se extraen conclusiones de carácter estadístico, entre otras razones porque las correlaciones que se ha intentado establecer son muy pobres y, porque, en todo caso, el propósito primordial de este trabajo es invitar a la reflexión. No obstante, los resultados de este estudio, aunque no son concluyentes, aportan elementos para diseñar nuevas evaluaciones más elaboradas y enfocadas a las actitudes deseables en un docente, en un espectro mucho más amplio, y en una valoración más profunda de su relación con los objetivos de aprendizaje en la Educación Superior.

Agradecimientos

Agradezco a los profesores Armando T. Correa Huerta, jefe de la Coordinación de Asuntos Escolares, y Gustavo Tavizón Alvarado, jefe del Departamento de Física y Química Teórica, la información relativa al personal docente y estudiantes, que ha sido utilizada en la elaboración de este trabajo. Agradezco también a los profesores María Isabel Belausteguigoitia y a Andoni Garritz, sus valiosos comentarios y observaciones.

Referencias

Adesoji, F., Managing Students' Attitude towards Science through Problem – Solving Instructional Strategy, *Anthropologist*, 10(1), 21-24, 2008.

Adúriz-Bravo, A., Izquierdo, M. y Estany, A., Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación, *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 465-476, 2002.

Annis, L., The process and effects of peer tutoring, *Human Learning*, 2, 37-39, 1983.

Asensio Muñoz, I., *La medida del Clima en Instituciones de Educación Superior*, Tesis de Doctorado, Madrid: Universidad Complutense, 1993.

Barbera, J., Adams, W., Wieman, C. and Perkins Katherine, Modifying and Validating the Colorado Learning Attitudes about Science Survey for Use in Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1435-1439, 2008.

Bauer, C., Beyond Student Attitudes: Chemistry Self-Concept

Inventory for Assessment of the Affective Component of Student Learning, *Journal of Chemical Education*, 82(12), 1864-1870, 2005.

Bello, S., Ideas previas y cambio conceptual, *Educ. quím.*, 15(3), 210-217, 2004.

Bello, S., (Ed.), *Cambio Conceptual ¿Una o varias teorías?*, Facultad de Química. UNAM, México, 2007.

Becker, F. and Otaala, B., *Instituting and developing student mentoring and tutoring in Namibia: constituencies, needs, prospects*, in *Mentoring and tutoring by students*, London: Kogan Page, 1998.

Bennett J., Lubben F., Hogarth S., Campbell B., *A systematic review of the use of small-group discussions in science teaching with students aged 11-18, and their effects on students' understanding in science or attitude to science*, University of York, 2005.

Berg, A., *Learning Chemistry at the University level. Student attitudes, motivation, and design of the learning environment*, Sweden: Umeå University, 2005.

Blanco, L., Guerrero E., Caballero A., Briguído M. and Mellado V., The Affective Dimension of Learning and Science. In: Margaret P. Caltone (Ed.), *Handbook of Lifelong Learning Developments*, pp. 265-287, New York: Nova Publisher, 2010.

Canales, L., La formación de tutores académicos en educación superior. En: *Curriculum y actores. Diversas miradas*, México: CESU, 2004.

Cheung, D., Students' Attitudes Toward Chemistry Lesson: The interaction Effect between Grade Level and Gender, *Research in Science Education*, 39(1), 75-91, 2009.

De la Torre, N., Coordinadora de la primera etapa del Proyecto 71, Comunicación personal, 2010.

Domínguez, R., Estudiante asesorado, asesor y actual Coordinador de Asesores, Comunicación personal, 2010.

Felder, R., Who teaches the teachers?, *Educ. quím.*, 7(3), 114-116, 1996.

Feynman, R., *The character of Physical Law*. Modern Library, 1965. ISBN:0679601279

Foot, H., Shute, R., Morgan, M. and Barron, *A Theoretical Issues in Peer Tutoring*, Chichester: Wiley, 1990.

Galagowsky, L., La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿Qué enseñar, cómo, para quiénes?, *Química Viva*, 1, 2005.

Galagowsky, L. y Bekerman, D., La Química y sus lenguajes: un porte para interpretar errores de los estudiantes, *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 952, 2009.

Gallegos, L. y Garritz, A. Los perfiles de modelos como una representación individual y grupal de las concepciones de los estudiantes. En: Pozo, J. I y Flores, F. (eds.) *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia* (capítulo 11, pp. 175-194). Madrid: Editorial Antonio Machado Libros, colección "aprendizaje" OREALC-UNESCO/Universidad de Alcalá, 2007.

García-Estañ, R., Pro Bueno, A. y Valcárcel, M., Un estudio de las concepciones de los licenciados en Biología y Química sobre la construcción del conocimiento científico. En: C.

- Martínez Losada, y S. García Barros (eds.): *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales (XVIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales)*, pp. 159-172. A Coruña, Servicio de Publicaciones da Universidad de la Coruña, 1999.
- Garritz, A., Porro, S., Rembado F. M. y Trinidad, R., Latin-American teachers' pedagogical content knowledge of the particulate nature of matter, *Journal of Science Education*, **8**(2), 79-84, 2007.
- Garritz, A, Nieto, E., Padilla, K., Reyes, F. y Trinidad, R., Conocimiento didáctico del contenido en Química. Lo que todo profesor debería poseer, *Campo Abierto*, **21**(1), 153-178, 2008.
- Garritz, A. Pedagogical Content Knowledge and the Affective domain of Scholarship of Teaching and Learning, *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, **4**(2), 2010.
- Garritz, A., Editor de la revista *Educación Química* de la UNAM, Asesor estudiante en 1971. Comunicación personal, 2010.
- Gavidia, V., Las actitudes en la educación científica, *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, **22**, 53-66, 2008.
- Goodlad, S., Making a student tutoring scheme work, in *Mentoring and tutoring by students*, London: Kogan Page, 1998.
- Gómez, M. A., Pozo, J. I., Gutiérrez, M. S. Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos, *Educ. quím.*, **15**(3) 198-209, 2004.
- Gómez Moliné, M., Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química, *Enseñanza de la Ciencia*, **25**(1), 59-72, 2007.
- Hernández G. y Montagut P., ¿Qué sucedió con la Magia de la Química?, *Publicación trimestral de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior*, **77**, 1991.
- Izquierdo, M., Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar, *The Journal of the Argentine Chemical Society*, **92**(4-6), 115-136, 2004.
- Kan A. y Akba A., Affective Factors That Influence Chemistry Achievement (Attitude and Self Efficacy) and The Power Of These Factors To Predict Chemistry Achievement-I, *Journal of Turkish Science Education*, **3**(1), 76-85, 2006.
- Kind, V., *Más allá de las apariencias: ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Santillana, 2004.
- Lázaro, J., Clases a la boloñesa, *El País*, 2/09/2010.
- Lobato, R., Lagares, A., Alén J. y Alday, R., El desarrollo del proceso de "Bologna" y el Grado de Medicina. Situación actual y expectativas para su implantación definitiva, *Neurocirugía*, **210**(21), 146-56, 2010.
- Monroy, M., El pensamiento didáctico del profesor: Colegio de Bachilleres y Colegio de Ciencias y Humanidades. En: *Curriculum y actores. Diversas miradas*, México: CESU, 2004.
- Munro, M. and Elsom, D., *Choosing science at 16: the influences of science teachers and careers advisors on students' decisions about science subjects and science and technology careers*, Cambridge: Careers Research and Advisory Centre, 2000.
- Nieto-Calleja, E., Garritz, A., Reyes, F. ¿Cuál es el conocimiento básico que lo profesores necesitan para ser más efectivos en sus clases? El caso del concepto Reacción Química, *Tecné. Episteme y didaxis* (TED), **22**, 32-48, 2007.
- Osborne J., Erduran S. and Simon, S., Enhancing the quality of argumentation in school science, *Journal of Research in Science Teaching*, **41**, 994-1020, 2004
- Osborne, J., Simon, S., and Collins, S., Attitudes toward science: a review of the literature and its implications, *International Journal of Science Education*, **25**(9), 1049-1079, 2003.
- Padilla, K. y Van Driel, J. H., Relaciones entre los aspectos cognitivo y emocionales de la enseñanza, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 357-361, 2009.
- Reyes, F. y Garritz, A. *The Teachers' Pedagogical Content on Inquiry that Conducts Science Activities in Basic Education*, Proceedings of the NARST Annual Meeting, Anaheim, 2010.
- Rius de la Pola, P., Traducción de significados. En: *Enseñanzas desbordadas*, México, UNAM, pp. 59-71, 2010.
- Shulman, L., Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching, *Educational Researcher*, **15**(2), 4-14, 1986.
- Shulman, L. S. Foreword. In: Gess-Newsome, J., Lederman, N. G. (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. ix-xii) Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- Taber, K., The atom in the chemistry curriculum: Fundamental concept, teaching, model or Epistemological Obstacle?, *Foundations of Chemistry*, **5**(1), 43-84, 2003.
- Talanquer, V., Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?, *Educ. quím.* **15**(1), 61-65, 2004.
- Tenti, E., El arte del buen maestro, México: Pax-México, 1988.
- Tiberghien, A. Vince, J. And Gaidioz P., Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics, *International Journal of Science Education*, **31**(14), 2275-2314, 2009.
- Tsaparlis, G. and Papaphotis G., Quantum Chemical Concepts: are they suitable for secondary students?, *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, **3**(2), 129-144, 2002.
- Tsaparlis, G., Atomic Orbitals, Molecular Orbitals and Related Concepts: Conceptual Difficulties Among Chemistry Students, *Research in Science Education*, **27**(2), 271-287, 1997.
- Tsaparlis, G. and Papaphotis, G., High-school Students Conceptual Difficulties and Attempts at Conceptual Change: The case of basic quantum chemical concepts, *International Journal of Science Education*, **31**(7), 895-930, 2009.
- Zeidler, D., (Ed) Osborne, J., Erduran, S., Simmons, M. y Monk, M., The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education, pp. 97-116, Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003.