

# La afectividad en la enseñanza de la ciencia

Andoni Garritz Ruiz\*

## ABSTRACT (Affectivity in science teaching)

The cognitive models are relevant and useful for conceptualizing student learning, but their reliance on a model of academic learning as cold and isolated cognition may not adequately describe learning in the classroom context. That is because the learning of scientific concepts is more than a cognitive process. Students' interest and attitudes towards science as well as their perceptions of how well they will perform in learning contexts may play important roles in developing a meaningful understanding of science, one that goes beyond rote memorization towards the ability to explain everyday phenomena with current scientific knowledge.

Teaching is highly charged with feeling, aroused by and directed towards not just people but also values and ideals. Behind practitioners' affective reactions to both their work and the settings in which it takes place lies the close personal identification of teachers with their profession. We have to draw attention to several decades of neglecting a research topic which is of daily concern to practitioners. Despite the passion with which teachers have always talked about their jobs, there is relatively little recent research into the part played by or the significance of affectivity in teachers' lives, careers and classroom behaviour.

Good teaching is characterized by a Supportive Classroom Climate; that is, a favourable classroom learning environment. The affective domain can be summarized by beliefs, attitudes and emotions; by interests, motivation and goals.

**KEYWORDS:** affective domain, science teaching, beliefs, attitudes, emotion, interest, motivation, goals.

## Introducción

La enseñanza está altamente cargada de sentimientos, suscitada y dirigida no sólo hacia personas, sino también hacia valores e ideales. En particular, las reacciones afectivas que existen detrás de los practicantes de la enseñanza de la ciencia, tanto en su trabajo como en todo lo que los rodea, logran la identificación de los profesores con su profesión.

Es de llamar la atención el olvido, por parte de los investigadores educativos de la ciencia, de la faceta afectiva como una de la que depende crucialmente el aprendizaje. A pesar de la pasión con la cual los profesores han hablado siempre de su trabajo, hay relativamente poca investigación reciente acerca del papel que juega la afectividad en la vida, carrera y comportamiento en el aula de los profesores de ciencia: de ese clima favorable que puede establecerse en el salón de clase.

Desde los años sesenta del siglo pasado los sentimientos del profesorado han recibido una atención escasa en los artículos de los investigadores de la educación científica. Como

si no supieran cómo encarar la porción afectiva de la enseñanza. Hay muchos más artículos escritos sobre el dominio afectivo por investigadores de la educación matemática que los del área científica, y no se diga de los miles escritos por los expertos en psicología educativa. Y ello a pesar de la aparición de dos capítulos en cada uno de los Handbooks sobre investigación en la educación en ciencia (Simpson *et al.*, 1994; Fraser, 1994; Wubbels y Brekelman, 1998; Bell, 1998; Koballa y Glynn, 2007; Jones y Carter, 2007) en los que se toca la dimensión afectiva, las creencias, actitudes y emociones que forman parte integral de la enseñanza.

Debemos decir que no sólo son los investigadores educativos los que se han olvidado de este tema. En general somos una sociedad de «eruditos racionales», pero de «analfabetas emocionales», por el exceso de atención que se pone a la racionalidad y el defecto a la afectividad. En este artículo vamos a hacer un análisis acerca de este importante factor para el aprendizaje.

## Un buen profesor es uno que crea un clima de apoyo en el salón de clase

Brophy (2001, p. 6) nos presenta 12 guías para la buena enseñanza basadas en la investigación. La primera de ellas es: "*Clima de apoyo en el salón de clase: Los estudiantes aprenden mejor en comunidades de aprendizaje afectuosas y unidas. Los contextos productivos para el aprendizaje muestran una ética de la*

\* Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Avenida Universidad 3000, 04510 México, Distrito Federal, México.

Correo electrónico: andoni@unam.mx

afectuosidad que permea las interacciones profesor-estudiante y estudiante-estudiante, y que trasciende géneros, razas, etnicidades, culturas, estatus socioeconómicos, condiciones limitantes u otras diferencias individuales". Va más allá Brophy, al mencionar los atributos que debe poseer un buen profesor para crear ese clima que moldee a sus estudiantes a conformar una comunidad cohesiva y de apoyo para el aprendizaje, que los vuelva más efectivos como modelos y socializadores: "una disposición alegre, simpatía, madurez emocional, sinceridad y afectuosidad sobre los estudiantes, como individuos, así como aprendices".

Por su parte, Tobin y Fraser (1990, p. 15) lo incluyen en la cuarta y última aseveración acerca de los 'profesores ejemplares': "Aseveración 4: Los profesores de ciencia ejemplares mantuvieron un ambiente de aprendizaje favorable en el salón". Indican además que "los profesores ejemplares y los no-ejemplares pueden diferenciarse en términos del ambiente psicosocial de sus clases, vistas por los ojos de sus estudiantes, y que los profesores ejemplares crean típicamente ambientes de clase que son marcadamente más favorables que aquellos de los profesores no-ejemplares". Este estudio demuestra que la práctica efectiva deriva de las creencias del profesorado acerca de la enseñanza y el aprendizaje, así como de la presencia de todo un depósito de conocimiento pedagógico específico de la disciplina, lo que les permite mantener un ambiente de aprendizaje propicio para aprender, a alentar la participación estudiantil y a monitorear el entendimiento estudiantil del contenido científico.

### El eros pedagógico

Vale la pena hablar un poco del eros-pedagógico de Platón (1997). Este maestro de la poesía dramática pone la discusión acerca de eros en manos de Sócrates, quien en su juventud fue a ver a Diotima de Mantinea, una sacerdotisa que le enseñó la filosofía del amor. Aunque la opinión común es que el amor es bello y bueno, Diotima dice que eros no es ni un dios ni un hombre: es un demonio, un espíritu que vive entre los dioses y los mortales. Contrainterrogando a su alumno, Sócrates, ella logra dos entendimientos por parte de él. El primero es que el amor es siempre amor por algo, lo cual significa que el amor siempre tiene un objeto intencional, y segundo, el amor es privativo por naturaleza —el amor es un deseo de lo que le falta al que ama (Baltes, 2002, p. 43).

El eros refiere el amor a la vida, amor exclusivo y con tendencia a la posesión, al encuentro físico, constituye un impulso, una energía indispensable para vivir. En la mitología griega eros es «un cazador, una locura» (Cussiánovich, 2007, p. 50). Para Diotima la misión de Eros es comunicar y unir a los seres vivos. Es hijo de Poros y de Penia, es decir de Pobreza y de Abundancia, y esto explica su naturaleza de intermediario: comunica a la luz con la sombra, al mundo sensible con las ideas. Como hijo de Pobreza, busca la riqueza; como hijo de

Abundancia, reparte bienes. Es el que desea y pide, es el deseado que da.

Esto significa que el tutor deberá ser un apasionado por su trabajo, movido por las más hondas convicciones de ser para los demás. La pasión por la docencia nos permite hablar de un cierto eros pedagógico, como lo describe Ivan Bedoya (2001):

*"Una relación amorosa entre tutor y estudiante, producto del pedagogo que desea y quiere el progreso de sus estudiantes; anhela o espera que cada estudiante llegue a investigar y a conocer como él ya lo ha hecho, o mejor como ya lo está haciendo, pretende que se despierte en ellos el verdadero deseo por el conocimiento... la capacidad de asombro, la curiosidad natural o innata de interrogarse, de investigar cada día más, tratar de llegar a la explicación que el docente ha ayudado a plantear, o más propiamente, que ha sabido plantear con la colaboración y participación directa del estudiante."* Yo agregaría que la relación amorosa sólo culmina si es correspondida, así que la del tutor por el estudiante se ve reflejada con la del estudiante por el tutor.

El eros pedagógico constituye así una exigencia no sólo del docente, sino de esa sociedad llamada escuela y de todos sus participantes. Pero es desde esta lucha por la vida de cada niño o joven, que la ternura en la relación pedagógica encuentra su matriz epistemológica y existencial (Cussiánovich, 2005, p. 25).

### ¿Qué dicen los estudiosos de la psicología educativa al respecto?

En 1982 Posner, Strike, Hewson y Gertzog presentan el artículo sobre la teoría del cambio conceptual, en el que proponen pautas análogas entre el cambio de los conceptos durante el desarrollo de la ciencia y el cambio conceptual producto de acomodar el aprendizaje de la ciencia de forma personal. En este artículo se olvidan de los aspectos afectivos, por lo que es llamado actualmente la teoría "fría" del cambio conceptual.

Paul R. Pintrich —académico de la School of Education, University of Michigan, hasta su muerte en 2003—, escribió un artículo en 1993, junto con Ron Marx y Robert Boyle, que cambió la investigación en el campo del cambio conceptual más que ninguna otra publicación. Este artículo de la *cognición caliente* condujo a nuevos modelos del cambio conceptual que destacaron el papel de la motivación como factor determinante del cambio.

### Motivación

Se discuten ahora muchos de los factores que Pintrich, Marx y Boyle (1993), hicieron notar como relevantes, tales como la motivación, las creencias de los estudiantes, las relaciones sociales que se establecen en la clase, la actitud hacia la ciencia, entre otros. Se reconoce que un cambio en las concepciones sobre ciertos contenidos, desde las ideas previas o concepciones alternativas, hasta las concepciones científicas, no puede

“De nada sirve que el entendimiento se adelante si el corazón se queda”

Baltasar Gracián (1601-1658)

hacerse solamente con base en argumentos lógicos, sino que la transformación de lo que conciben los estudiantes sobre determinados contenidos (combustión, fotosíntesis, etc.) es determinada por cuestiones muy diversas, por ejemplo sus propias concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia, así como sobre la enseñanza y el aprendizaje.

En su último artículo Pintrich (2003) sugiere siete preguntas para continuar con los esfuerzos de la investigación sobre la motivación:

- ¿Qué quieren los estudiantes?
- ¿Qué motiva a los estudiantes en la clase?
- ¿Cómo obtienen los estudiantes lo que desean?
- ¿Saben los estudiantes que es lo que quieren o qué los motiva?
- ¿Cómo conduce la motivación a la cognición y la cognición a la motivación?
- ¿Cómo cambia y se desarrolla la motivación?
- ¿Cuál es el papel del contexto y la cultura en todo esto?

En este artículo Pintrich habla de razones de la motivación de los estudiantes en la clase y presenta principios de diseño como recomendaciones para los profesores (ver la tabla 1).

En un homenaje a Pintrich, Margarita Limón Luque (2004) relata sus valores y sus excepcionales cualidades como ser humano, lo que habla de la congruencia que existía entre

su trabajo de investigación y su forma de ser. Nos dice: “*Me parece imprescindible destacar su profunda honradez, sencillez y humildad. Cuidar a sus estudiantes y hacer todo lo posible para ser un buen profesor eran dos de las cosas que más le gustaban. Creo que consiguió ser un profesor modélico a todos los niveles... Quienes lo conocimos sabemos que su interés en desarrollar el concepto de aprendizaje autorregulado, en el que la planificación de las metas juega un papel esencial, no fue casualidad, sino que tenía mucho que ver con cómo era él*”.

La raíz latina de la palabra “motivación” significa “moverse”; así, en este sentido básico el estudio de la motivación es el de la acción. Las teorías modernas de la motivación se enfocan específicamente sobre la relación de creencias, valores y metas con la acción (Eccles y Wigfield, 2002). No cabe duda de que la motivación es una construcción compleja dentro de la psicología educativa. Estos autores agrupan las teorías sobre motivación en cuatro categorías:

- Las enfocadas en la expectativa, incluyendo auto-eficacia y teorías del control;
- Las encauzadas hacia las razones del compromiso, comprendiendo las teorías de la motivación intrínseca, las metas y los intereses.
- Las que integran los constructos de la expectativa y el valor, involucrando teorías de la atribución, de la expectativa-valor y la auto-valoría.

**Tabla 1.** Generalizaciones motivacionales y principios de diseño (Pintrich, 2003).

<i>Generalización motivacional</i>	<i>Principio de diseño</i>
Motivan a los estudiantes la auto-eficacia adaptativa y las creencias de motivación.	Dar una retroalimentación clara y precisa sobre competencias y auto-eficacia, enfocándose en el desarrollo de las competencias, la categoría de experto y las habilidades. Diseñar tareas que ofrezcan la oportunidad de ser exitoso, pero que también reten a los estudiantes.
Motivan a los estudiantes las atribuciones adaptativas y las creencias de control.	Dar retroalimentación que haga hincapié en la naturaleza de proceso del aprendizaje, incluyendo la importancia del esfuerzo, las estrategias y el auto-control potencial del aprendizaje. Proveer oportunidades de ejercitar la elección y el control. Construir relaciones afectuosas y de apoyo en la comunidad de aprendices del salón.
Motivan a los estudiantes los altos niveles de interés y motivación intrínseca.	Poner tareas, actividades y materiales estimulantes e interesantes, incluyendo algunas novedades y variedad en ellas. Dar tareas y material con contenido que sea personalmente significativo e interesante para los alumnos. Desplegar y modelar interés e involucramiento en el contenido y las actividades.
Motivan a los estudiantes los altos niveles de valores.	Poner tareas, actividades y materiales que sean relevantes y útiles para los estudiantes, permitiendo algo de la identificación personal con la escuela. El discurso de la clase debe enfocarse en la importancia y la utilidad de los contenidos y las actividades.
Las metas motivan y dirigen a los estudiantes.	Usar estructuras organizacionales y de dirección que fomenten la responsabilidad personal y social y que proporcionen un ambiente sano, confortable y predecible. Usar grupos cooperativos y colaborativos para propiciar oportunidades de alcanzar metas académicas y sociales. El discurso de la clase debe enfocarse en el dominio, el aprendizaje y el entendimiento del curso y del contenido de la clase. Utilizar estructuras de tareas, reconocimientos y evaluación que promuevan estándares del dominio, el aprendizaje, el esfuerzo, el progreso y la auto-mejora, y menos dependencia en estándares relativos a la comparación social o de normas de referencia.

— Las que integran motivación y cognición, que abarcan y ligan las teorías de la motivación con las de la auto-regulación, la cognición y la volición.

“Educar es facilitar la construcción de modelos interiores para la experiencia de sí mismo y del mundo, y estos modelos se forman con materiales de respuestas emocionales.”

Joaquín García Carrasco  
Catedrático de Pedagogía de la  
Universidad de Salamanca

(yo puedo) y el sentimiento de confianza (creo y confío en mí), respeto y valoración (yo valgo) que cada persona posee de sí misma” (Acevedo, 1999).

### Autoeficacia

Zimmerman (2000) es un investigador educativo de la City University of New York donde le han dado el título de “Distinguished Professor of Educational Psychology”. Es un experto en el aprendizaje auto-regulado (basado en la metacognición). Zimmerman acepta la definición de Bandura (1997) de auto-eficacia como “*el juicio personal de la capacidad de uno para organizar y ejecutar cursos de acción para alcanzar determinadas metas*”. Se puede evaluar el nivel, la generalidad y la fortaleza de la auto-eficacia. Su *nivel* se refiere a su dependencia en la dificultad de una tarea particular, tal como deletrear palabras de cada vez mayor dificultad; su *generalidad* es la transferibilidad de las creencias de auto-eficacia entre disciplinas, por ejemplo, del álgebra a la estadística; y la *fortaleza* es la medición de la certidumbre que tiene uno para desarrollar una tarea dada. Nos dice este investigador que “*La auto-eficacia ha surgido como un predictor altamente efectivo de la motivación y el aprendizaje estudiantil. Los investigadores han tenido éxito en verificar su validez para predecir resultados motivacionales comunes, tales como la elección de actividades por los estudiantes, el esfuerzo, la persistencia y las reacciones emocionales.*”

Otros aspectos que han surgido de los psicólogos son el auto-concepto y la auto-estima. Presentamos a continuación definiciones de los dos términos:

### Auto-concepto:

- 1) “*Evaluación que hace un individuo y que mantiene habitualmente con respecto a sí mismo, en general, o sobre áreas específicas de conocimiento*” (Marsh, Walker y Debus, 1992). O esta otra, equivalente: “*Describe la propia percepción de una persona sobre sí mismo en campos específicos de funcionamiento*” (Shavelson, Hubner y Stanton, 1976).
- 2) “*Lo que creemos que somos capaces, cómo nos vemos en relación con otros, nuestro juicio de cómo somos vistos por los otros, cómo pensamos que poseemos nuestro conocimiento y qué papel se supone que debemos jugar en el contexto del aprendizaje*” (Bong y Skaalvik, 2003).

### Auto estima:

- 1) “*El nivel propio de satisfacción con el propio auto-concepto*” (Beane y Lipka, 1986).
- 2) “*Dos aspectos interrelacionados: implica un sentido de eficacia personal y otro de valor personal. Es la suma integrada de la auto-confianza y el auto-respeto. Es la convicción de que uno es competente para vivir y digno de vivir*” (Mruk, 2006, 12).
- 3) “*Cariño, aprecio y estimación a sí mismo/a. La capacidad*

Los psicólogos educativos han examinado estas auto-percepciones durante décadas y han concluido que los estudiantes con auto-percepciones positivas y fuertes se ponen metas académicas más retadoras a sí mismos, persisten más tiempo en tareas difíciles, se sienten menos ansiosos para lograr sus metas y disfrutan más de su trabajo académico (Nieswandt, 2007).

### ¿Y qué dicen los investigadores de la enseñanza de la ciencia y de la matemática?

Douglas B. McLeod, de la San Diego State University, EUA, es un experto investigador en el estudio del afecto en la educación matemática. Reconoce tres categorías de aspectos afectivos (McLeod, 1992):

- Creencias,
- Actitudes, y
- Emociones.

Con relación a las creencias, podemos adoptar la definición de José Ortega y Gasset (1940): “*Creencias son todas aquellas cosas con que absolutamente contamos aunque no pensemos en ellas. De puro estar seguros que existen y de que son según creemos, no nos hacemos cuestión de ellas, sino que automáticamente nos comportamos teniéndolas en cuenta*”.

O bien lo que nos dice Susan Carey (1992), en cuanto a que los conceptos y las creencias son los dos componentes primarios del conocimiento intuitivo: “*Las creencias son las piezas relacionales que conectan los conceptos*”. Hay muchas otras opiniones acerca de lo que son las creencias: “*Conocimiento personal o entendimientos que son antecedentes de las actitudes y las normas subjetivas; ellas establecen las intenciones del comportamiento*” (Ajzen y Madden, 1986). Jones y Carter (2007) han reunido otras once definiciones diferentes de creencias.

McLeod (1992) clasifica las creencias, de acuerdo al objeto en que se cree, en las siguientes cuatro categorías (hemos colocado “campo disciplinario” donde McLeod habla de “matemáticas”):

- Creencias sobre la naturaleza del campo disciplinario y su aprendizaje. Aunque estas creencias no son emocionales por sí mismas, el papel de la creencia es central en el desarrollo de respuestas actitudinales o emocionales hacia la ciencia o la matemática;
- Creencias sobre uno mismo como aprendiz del campo disciplinario. Éstas están relacionadas con metacognición, autorregulación y autoconciencia (Eccles y Wigfield, 2002);
- Creencias sobre la enseñanza del campo disciplinario. Se refiere a la capacidad del profesor para llevar a cabo actividades científicas o matemáticas, tales como la auto-efica-

cia. Son lentas de formar y difíciles de cambiar (Liljedahl, 2005). Como otro ejemplo, Bodner (2003) expresa la creencia de los beneficios relativos de las sugerencias para resolver problemas en la clase de química: “pensar en voz alta”, “intenta algo”, “intenta algo más”, “mira a dónde te lleva eso”, “lee el problema otra vez”, etc.;

- Creencias acerca del contexto social. La exposición explícita de normas sociales en el salón de clase puede reforzar el aprendizaje para la resolución de problemas, por ejemplo, ya que esta actividad está relacionada con un ambiente de apoyo en el aula, en el que el profesor induce unas normas que alientan a los estudiantes a ser entusiastas y a disfrutar de los problemas resueltos, pero sobre todo del proceso en la búsqueda de soluciones.

Jones y Carter (2007) nos hablan de “sistemas de creencias”, en las que sitúan tanto a las creencias como a las actitudes (ilustración 1). Existen muchas interacciones recíprocas en este diagrama y no existe un punto de origen. En este modelo, la motivación se ve afectada por dos conjuntos de actitudes, unas relacionadas con la práctica instruccional y las otras hacia su implementación. Ambas actitudes son fuertemente influidas por las creencias epistemológicas acerca de la ciencia, su aprendizaje y su enseñanza. La auto-eficacia ha sido identificada como una componente mayor en el proceso de toma de decisiones.

Con relación a las actitudes y las emociones, McLeod (1992) nos indica con respecto a las primeras que muchas veces se incluyen dentro de ellas las creencias acerca de las matemáticas y acerca de los actores en el proceso educativo (en efecto, Jones y Carter [2007] incluyen ambas expresiones de afectividad dentro de su sistema de creencias, ver la ilustra-

ción 1). Nos da ejemplos de actitudes hacia la matemática: el gusto de la geometría; ser curioso acerca de la topología; estar aburrido por el álgebra. Y con respecto a las emociones nos dice que se han estudiado poco en la enseñanza de las matemáticas, ya que no pueden extraerse fácilmente mediante un cuestionario, sino que hay que observar la clase del profesor para llegar a conclusiones sobre las emociones que se juegan en el salón.

Chodakowski y Egan (2008, p. 5) le dan una importancia fundamental a las emociones: “Una faceta central del estudio de herramientas de nuestro cuerpo es de naturaleza emocional.

*Estas emociones persistirán y se desarrollarán como los orientadores y organizadores más básicos de nuestra cognición a lo largo de nuestras vidas... De hecho, la forma en la que interpretamos hechos, incluida nuestra última capacidad para analizarlos críticamente, estará siempre completamente llena de emociones. Deleite, angustia, euforia, horror, satisfacción, enfado, compasión o miedo constituyen los elementos de lo subyacente en nuestras respuestas e inclusive de nuestra racionalidad”.*

**“Yo os enseño –en fin– o pretendo enseñaros, el amor al prójimo y al distante, al semejante y al diferente, y un amor que exceda un poco al que os profesáis a vosotros mismos, que pudiera ser insuficiente.”**

*Antonio Machado (1936, p. 100)*

Marina Nieswandt (2007) es el caso de una profesora de química que, dedicada hoy a la investigación educativa, ha estudiado recientemente la porción afectiva de la enseñanza. Ella analiza el interés —en tres tipos del mismo, el individual o personal; el situacional; y el específico del tópico— posteriormente se involucra con el auto-concepto y su relación con el interés, y finalmente aborda las actitudes y su conexión con el interés y el auto-concepto (ilustración 2). Finalmente, encuentra que el auto-concepto específico de la química juega un papel crucial, entre las otras características afectivas, en



**Ilustración 1.** Modelo sociocultural de sistemas de creencias imbuidas (Jones y Carter, 2007).

**Tabla 2.** Bauer empleó cuarenta preguntas como las siguientes:

1. Yo soy muy bueno en vérmelas con ideas químicas.
2. La química me intimida.
3. Siempre lo he hecho mejor en cursos que involucran química que en la mayoría de los cursos.
4. Tengo problema en entender cualquier cosa basada en química.
5. Nunca me ha excitado la química.
6. Encuentro los conceptos de la química interesantes y retadores.
7. Participo con confianza en discusiones con amigos en la escuela relacionadas con temas de química.
8. Siempre he encontrado dificultad en entender argumentos que requieren conocimiento químico.

el desarrollo del entendimiento conceptual, para el que juega un papel mediador importante, como ya se había encontrado en otras investigaciones sobre la enseñanza de la física (Haüssler y Hoffmann, 2002).

Bauer (2005, 2008) está dedicado a evaluar el auto-concepto de los estudiantes de química, para deducir sus actitudes hacia esta ciencia, lo cual es de importancia en un cambio curricular.

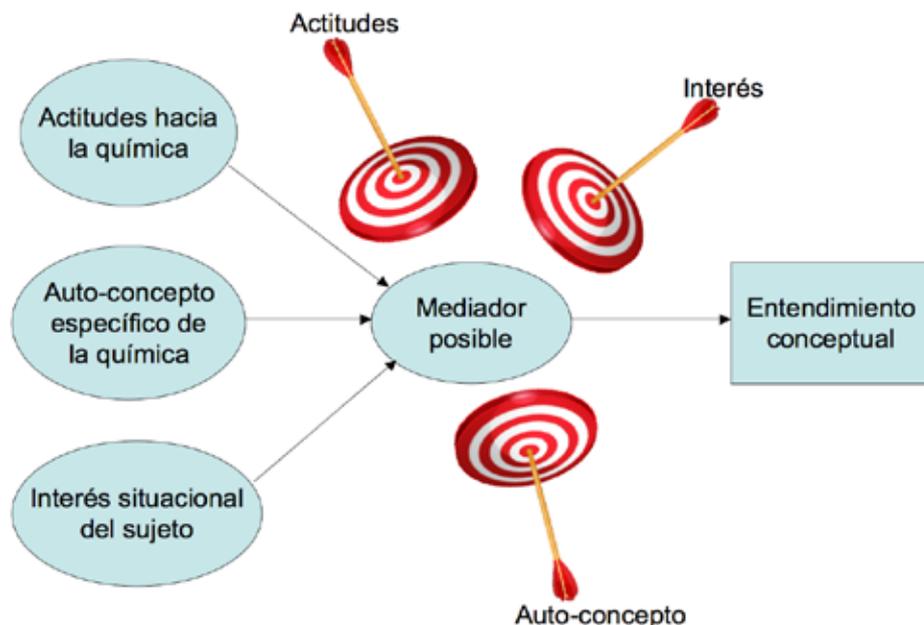
Resulta interesante presentar algunas de las preguntas del inventario de Bauer para responder en una escala de Likert: [(5) Totalmente de acuerdo, (4) De acuerdo, (3) Neutro, (2) En desacuerdo, (1) Totalmente en desacuerdo]; se muestran en la tabla 2.

Samia Khan (2007) incluye 12 preguntas de este tipo en un apéndice, las cuales se muestran en la tabla 3, como parte de una encuesta similar, pero ahora dedicada a investigar si el profesor es una buena guía para desarrollar la indagación en su clase.

**Tabla 3.** Las 12 preguntas que empleó Khan (2007):

1. Tengo confianza en mi capacidad de resolver problemas de química.
2. Existen oportunidades más frecuentes de generar ideas científicas en esta clase que en la mayoría de las otras.
3. No me siento cómodo desarrollando hipótesis en química.
4. Soy capaz de diseñar un experimento para determinar una relación entre dos variables en química.
5. Se me ha pedido construir explicaciones acerca de la información científica que fue presentada en una simulación computacional.
6. Encuentro que me hago preguntas científicas del tipo “qué pasaría si...” más a menudo en este curso que en otros.
7. En esta clase me preguntan más a menudo que rete o evalúe alguna idea científica.
8. Modifico mis ideas sobre química más a menudo por la discusión que se da en la clase que haciendo la tarea.
9. Al momento de concluir la clase generalmente siento que comprendí el concepto químico tratado en esa sesión.
10. Permitirme generar evaluar y modificar relaciones es valioso para mi entendimiento de conceptos de química.
11. Comprendo generalmente las relaciones que otros estudiantes generan y describen en clase.
12. Frecuentemente tengo que modificar algunos de los razonamientos iniciales que tuve en una clase.

Durante mi estancia reciente de unos meses en la Universidad de Extremadura, en Badajoz, tuve la oportunidad de conocer a Lorenzo Blanco, un profesor de matemáticas de su Facultad de Educación y gran amigo hoy. Lorenzo mantiene una investigación continuada sobre los aspectos afectivos que señala McLeod (1992), con la que obtuvo su grado de Maestría su alumna, Ana Caballero (2007), con quien estuve sen-



**Ilustración 2.** Diagrama adaptado y traducido de Neiswandt (2007). ¿Cuál de las variables afectivas toma el papel de mediador hacia el entendimiento conceptual? Ella concluye que es el auto-concepto.

**Tabla 4.** Caballero y Blanco emplearon cuarenta y ocho preguntas como las siguientes, a responder también con cuatro opciones, tipo Likert:

1. Las matemáticas son útiles y necesarias en todos los ámbitos de la vida.
2. Las matemáticas son difíciles, aburridas y alejadas de la realidad.
3. En matemáticas es fundamental aprenderse de memoria los conceptos, fórmulas y reglas.
4. Al intentar resolver un problema de matemáticas se resuelven normalmente en pocos minutos, si se conoce la fórmula, regla o procedimiento que ha explicado el profesor o que figura en el libro de texto.
5. La mejor forma de aprender matemáticas es a través del estudio individual.
6. Al intentar resolver un problema es más importante el resultado que el proceso seguido.
7. Las destrezas o habilidades utilizadas en las clases de matemáticas para resolver problemas no tienen nada que ver con las utilizadas para resolver problemas en la vida cotidiana.
9. El gusto por las matemáticas me influyó a la hora de escoger una determinada modalidad de bachillerato.
11. Si no se comprenden las matemáticas, difícilmente se podrán asimilar y dominar otras asignaturas relacionadas (como física o química).
14. Cuando resuelvo un problema suelo dudar de si el resultado es correcto.
19. La suerte influye a la hora de resolver con éxito un problema de matemáticas
30. La gente a la que le gustan las matemáticas suelen ser un poco raros.
36. Ante un problema complicado suelo darme por vencido fácilmente.
37. Cuando me enfrento a un problema experimento mucha curiosidad por conocer la solución.

tado en el mismo cubículo durante toda mi estancia, y que fue quien me empezó a meter en la literatura de todos estos importantes aspectos afectivos para la enseñanza.

Ana construyó un cuestionario que pretende evaluar las creencias, actitudes y emociones que refiere McLeod. Mostramos en la tabla 4 algunas de ellas. Su conclusión es que los factores afectivos del profesorado tienen una gran influencia en los de los alumnos y en los logros de éstos. Además, pueden explicar gran parte de la atracción y rechazo hacia las matemáticas.

Podemos concluir este trabajo con una cita que viene en la introducción del trabajo de Ana:

*“Lo mejor que podemos al presente es entender cómo el aprendizaje y el afecto se relacionan, cómo interactúan y como su inevitable simbiosis puede ser puesta a disposición del estudiante y de nuestra sociedad”*  
George Mandler (1989, p. 17)

## Conclusiones

No cabe duda de que los aspectos afectivos resultan cruciales para que los estudiantes aprendan. Eso lo sabe cualquiera que haya dado clase durante algunos años y no debo insistir

en ello. Tenemos que estudiar un poco más los artículos de los psicólogos educativos para recoger recomendaciones producidas de sus investigaciones y, como más recientemente resulta evidente, también habrá que estudiar los artículos de destacados profesores de ciencia y matemáticas dedicados a estudiar esta dimensión afectiva y a aplicar sus resultados en el aula.

## Referencias

- Acevedo, P., *Autoestima: antología sobre sexualidad*. México: Secretaría de Educación Pública, 1999. Citada en Arjonilla, E. Consideraciones teóricas, en: *¿Cómo hablar de riesgo?*, México: Fundación Mexicana para la Salud, 2002.
- Ajzen, K. and Madden, T.J., Predicting goal-directed behavior: attitudes, intentions and perceived behavioral control, *Journal of Experimental Social Psychology*, 22, 453-474, 1986.
- Baltes, J.D., *Aesthetic Eros and athenian political crisis: an interpretation of Plato's Seventh Letter*. Thesis Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University, 2002.
- Bandura, A., *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman, 1997.
- Bauer, C.F., Beyond “Student Attitudes”: Chemistry Self-Concept Inventory for Assessment of the Affective Component of Student Learning, *Journal of Chemical Education*, 82(12), 1864-1869, 2005.
- Bauer, C.F., Attitude towards Chemistry: A Semantic Differential Instrument for Assessing Curriculum Impacts, *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1440-1445, 2008.
- Beane, J.A. y Lipka, R.P., *Self-Concept, Self-Esteem, and the Curriculum*; Teachers College Press: New York, 1986.
- Bedoya, J.I., La paidéutica platónica: una propuesta para la pedagogía actual. En: *Forjadores de pensamiento en occidente y sus reflexiones sobre la educación*. Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, Colombia, 2001.
- Bell, B., Teacher development in science education. In: Fraser, B.J. y Tobin, K. (eds.). *International Handbook of Science Education* (chapter 6.3; pp. 681-694). Dordrecht: Kluwer, 1998.
- Bodner, G.M., Problem solving: the difference between what we do and what we tell students to do, *University Chemistry Education*, 7, 37-45, 2003.
- Bong, M. y Skaalvik, E.M., Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really?, *Educational Psychology Review*, 15, 1-40, 2003.
- Brophy, J., Introduction. Generic Guidelines for Good Teaching. In: J. Brophy (ed.), *Subject-specific instructional methods and activities, Advances in Research on Teaching*, vol. 8. (pp. 1-23), Amsterdam: JAI, 2001.
- Caballero Carrasco, A., *Las actitudes y emociones ante las Matemáticas de los estudiantes para Maestros de la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura*. Tesina para obtener el grado de “Máster oficial en investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales, sociales y de las matemáticas. ITINERARIO: Didáctica de

- las Matemáticas". Tutor: Lorenzo J. Blanco Nieto, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la Facultad de Educación, Universidad de Extremadura, 2007.
- Chodakowski, A. y Egan, K. Emotion and imagination in teaching. En: *Totems and Taboos. Risk and Relevance in Research on Teachers and Teaching*, Kentel, A. y Short, A. (eds.) (pp. 3-16) Rotterdam: Sense Publishers, 2008.
- Cussiánovich, A., *Educando desde una pedagogía de la ternura*, IFEJANT, 2005.
- Cussiánovich, A. *Aprender la condición humana. Ensayo sobre pedagogía de la ternura*. Lima: Instituto de Formación de Educadores de jóvenes, Adolescentes y Niños Trabajadores de América latina y el Caribe, IFEJANT, 2007. Fue bajado el 30 de octubre de 2008 de [http://www.ifejants.org/new/docs/publicaciones/pedagogia\\_de\\_la\\_ternura.pdf](http://www.ifejants.org/new/docs/publicaciones/pedagogia_de_la_ternura.pdf)
- Eccles, J.S. y Wigfield, A., Motivational beliefs, values, and goals, *Annual Review of Psychology*, **53**(1), 109-132, 2002.
- Fraser, B.J., Research on classroom and school climate. In: D. Gabel (ed.) *Handbook of Research in Science Teaching and Learning*. (Chapter 17; pp. 493-541). New York: Macmillan, 1994.
- Gardner, H., *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*. Barcelona: Paidós, 2000. El original es Gardner, H., *The disciplined mind: What all students should understand?*, New York: Simon y Schuster, 1999.
- Häussler, P. y Hoffmann, L. An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement in physics classes, *Journal of Research in Science Teaching*, **39**, 870-888, 2002.
- Jones, M.G. y Carter, G., Science Teacher Attitudes and Beliefs. En: Sandra K. Abell y Norman G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1067-1104). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum, 2007.
- Khan, S., Model-Based Inquiries in Chemistry, *Science Education*, **91**, 877-905, 2007.
- Koballa, T.R. Jr. y Glynn, S.M., Attitudinal and Motivational constructs in science learning. In: Abell, S. K. y Lederman, N. G. (eds.) *Handbook of Research on Science Education*, (chapter 4, pp. 75-102), Mahwah, NJ, USA: Erlbaum, 2007.
- Liljedahl, P.G., Mathematical discovery and affect: the effect of AHA! experiences on undergraduate mathematics students, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **36**(2-3), 219-235, 2005.
- Limón-Luque, M., En homenaje a las contribuciones de Paul R. Pintrich a la investigación sobre psicología y educación: Introducción, *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, **2**(1), 159-162, 2004.
- Machado, A., *Juan de Mairena. Sentencias, donaires, apuntes y recuerdos de un profesor apócrifo*, Madrid: Espasa-Calpe, 1936. La cita ha sido tomada de la edición de 1957 de Buenos Aires: Losada. Originalmente fue publicada la obra como artículos periodísticos en el *Diario de Madrid* y en *El Sol*.
- Mandler, G., Affect and learning: causes and consequences of emotional interactions. En: D.B. McLeod y V.M. Adams (eds.), *Affect and mathematical problem solving: a new perspective* (pp. 3-19). New York: Springer-Verlag, 1989.
- Marsh, H.W.; Walker, R.; Debus, R., Subject specific components of academic self-concept and self-efficacy, *Contemporary Educational Psychology*, **16**, 331-345, 1991.
- McLeod, D.B., Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En: Douglas A. Grouws (ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 575-598). New York: Macmillan, 1992.
- Mruk, C.J., Defining self-esteem: an often overlooked issue with crucial implications. En: Michael H. Kernis (ed.) *Self-Esteem Issues and Answers. A source book of current perspectives* (pp. 10-15). New York: Psychology Press, 2006.
- Nieswandt, M., Student Affect and Conceptual Understanding in Learning Chemistry, *Journal of Research in Science Teaching*, **44**(7), 908-937, 2007.
- Ortega y Gasset, J., *Ideas y creencias*. Madrid: Alianza Editorial, 1940.
- Platón, *Symposium and Seventh Letter*. In: *Plato: Complete Works*. J.M. Cooper (ed.). Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1997.
- Pintrich, P.R., Marx, R.W. y Boyle, R.A., Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change, *Review of Educational Research*, **63**(2), 167-199, 1993.
- Pintrich, P.R., A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts, *Journal of Educational Psychology*, **95**(4), 667-686, 2003.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. and Gertzog, W.A., Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, *Science Education*, **66**(2), 211-227, 1982.
- Pozo, J.I., Aprendizaje de contenidos y desarrollo de capacidades en la Educación Secundaria. En: César Coll (ed.), *Psicología de la instrucción: la enseñanza y el aprendizaje en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori, 2003.
- Simpson, R.D., Koballa, T.R., Oliver, J.S. y Crawley, F., Research on the affective domain dimension of science learning. En: Dorothy Gabel, (ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 211-234). New York: Macmillan, 1994.
- Tobin, K. y Fraser, B.J., What does it mean to be an exemplary science teacher?, *Journal of Research in Science Teaching*, **27**, 3-25, 1990.
- Wubbels, T. y Brekelman, M., The Teacher Factor in the Social Climate of the Classroom. En: Barry J. Fraser y Kenneth Tobin (eds.), *International Handbook of Science Education*, Dodrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- Zimmerman, B.J., Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn, *Contemporary Educational Psychology*, **25**, 82-91, 2000.