

Análisis de las clases de errores que cometen los alumnos y propuesta de andamiaje para aquellos errores que requieren cambio conceptual

M. JOSEFINA SANTA CRUZ VALENZUELA
M. PAULINA THOMSEN QUEIROLO
JOSEFINA BEAS FRANCO
CONSTANZA RODRIGUEZ CORREA

Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile

1. Antecedentes preliminares

Rechazando la relación de correspondencia entre conocimiento y realidad, la visión constructivista del aprendizaje plantea que la mente no es una copia de la realidad sino una construcción, en que la experiencia previa condiciona, limitando y posibilitando, la adquisición del nuevo aprendizaje (Aznar, 1992). El aprendizaje se ve influenciado por el tipo de representaciones simbólicas previamente construidas por el sujeto, puesto que éste activa una serie de procesos cognitivos al aprender, que le permiten elaborar representaciones simbólicas internas de lo que percibe. Por lo tanto, los límites conformados por lo que ya conocemos y su modo de organización, son un factor de selectividad respecto a la información nueva, así como también a la forma de interpretación de ésta.

El papel del profesor según esta visión, sería ayudar a una construcción culturalmente aceptada mediante diferentes apoyos pedagógicos. La educación escolar consistiría en diseñar, planificar y llevar a cabo una serie de actividades mediante las cuales determinados saberes se desgajan de su contexto natural de elaboración y uso, recreándose bajo la forma de contenidos escolares, en un contexto específico, con el fin de facilitar su aprendizaje por los alumnos (Coll, 2001).

Por lo tanto, el profesor, además de favorecer en sus alumnos la aparición y el despliegue de una actividad mental constructiva, tiene la misión y la responsabilidad de orientarla y guiarla en la dirección que marcan los saberes y formas culturales incluidos en el currículo como contenidos de aprendizaje. En otras palabras, la función del profesor consiste en asegurar un engranaje adecuado entre la actividad mental constructiva de los alumnos y los significados sociales y culturales que reflejan los contenidos escolares. Desde esta perspectiva, los errores que cometen los alumnos pueden atribuirse a los procesos de construcción y ser entendidos como un proceso normal de ajuste de la experiencia previa y la escolar. Este enfoque, al menos en términos teóricos, aceptaría como algo completamente normal que los alumnos se equivocaran muchas veces y que sus equivocaciones fuesen parte de un buen proceso de aprendizaje. Sin embargo, quien haya observado clases, habrá constatado que lo políticamente correcto en un aula es contestar lo que el profesor considera acertado y, en lo posible, no manifestar errores en voz alta.

Al preguntarle a un grupo de alrededor de 50 profesores en servicio, de educación Básica y Media, cuáles eran los errores que cometían sus alumnos en su asignatura y cuáles eran los contenidos que no

Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação

ISSN: 1681-5653

n.º 57/1 – 15/12/11

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI-CAEU)

Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI-CAEU)



lograban aprender, respondieron con un largo silencio. Los pocos errores que mencionaron eran atribuidos a falta de estudio, a distracción de los alumnos y, a veces, a metodologías inadecuadas. En cualquiera de estos casos, los errores de los alumnos no tenían mayor importancia para la planificación de la enseñanza. Nuestra experiencia previa en observación de clases nos había mostrado esa misma realidad: las equivocaciones de los alumnos no son un problema para los profesores; más bien son hechos, datos que desaparecerán tarde o temprano.

2. Hacia una diferenciación metodológica de los tipos de errores que cometen los alumnos.

Al revisar la literatura, se puede observar que los errores que cometen los alumnos se pueden organizar al menos en dos grandes categorías: aquellos que provienen de un aprendizaje incompleto o impreciso de algún concepto o procedimiento y aquellos que provienen de una comprensión equivocada de un aspecto nuclear del concepto o procedimiento.

2.1 Errores provenientes de un aprendizaje incompleto o impreciso de algún concepto o procedimiento

En esta categoría encontramos artículos que reportan diversos tipos de errores cuyo ajuste no implicaría dar curso a un proceso de cambio o reestructuración conceptual, sino de simple enriquecimiento. Algunos ejemplos de este tipo de errores son los siguientes.

- Errores por selección de procedimientos equivocados. Corresponden a aquellos errores que son cometidos debido a la elección y aplicación de una regla o algoritmo incorrecto, que no permite llegar al resultado esperado o la falla en la secuencia de pasos para resolver una tarea (Pochulu, 2005).
- Errores por mal procesamiento de la información involucrada en la realización de la tarea. Ceriani, (2001) atribuye este tipo de errores a una falla en los niveles de actividad automática por déficit del control de la atención. Suelen darse por la ruptura de algún acto rutinario.
- No seguimiento de instrucciones. Rochera (2000) presenta el ejemplo de un grupo de seis alumnos de *kinder*, dirigidos por su maestra, que desarrollan un taller de matemática mediante un juego en el cual cada alumno debe tirar un dado y decir el número que ha salido. Durante esta actividad se evidenció que en la medida en que disminuía la supervisión de la maestra, los niños tendían a cometer más errores en relación a las instrucciones que ella había dado, como por ejemplo, esperar su turno.

En todos los casos señalados, la enseñanza debería ir dirigida al enriquecimiento del concepto o el procedimiento, llenando los espacios vacíos de los conocimientos que el estudiante ya posee o agregando conocimientos nuevos (Chi, 2008). A continuación se muestran ejemplos de estrategias que suelen utilizarse para enriquecimiento conceptual o procedimental.

Ejemplo 1:

Jonathan (alumno) tira el dado y sale un 4. Profesora: *¿Cuál es el número?* J: *El seis.* Profesora: *Cuenta.* J: *Un...* Profesora: *Bien fuerte.* J: *Un, dos, tres y cuatro.* La maestra le señala los puntos del dado y el niño corrige su error con ayuda de la maestra. [Rochera, 2000, p: 76].

Ejemplo 2:

Profesor: *¿Cómo se llama?* Alumno: *Montañas bajas.* Profesor: *No, colina: hemos dicho que son colinas* Alumno: *Ay!, entonces hemos dicho que las colinas son montañas bajas.* (Montanero y García, 2005, p: 151).

Ejemplo 3:

Profesor: *Entonces, ¿qué nos dice ahí?* Alumno: *De la obtención de leña.* Profesor: *¿De qué nos está hablando ahí?* Alumno: *De los usos.* Profesor: *De los usos de qué?* Alumno: *De la madera.* Profesor: *De la madera. ¿y de donde sale la madera?* Alumno: *De los bosques.* Profesor: *De los bosques. Del uso de los bosques.* (Montanero y García, 2005, p: 152).

2.2 Errores provenientes de una comprensión equivocada de un aspecto nuclear del concepto o procedimiento

En esta categoría se encuentran aquellos trabajos que reportan errores que implican la no comprensión de aspectos nucleares de un concepto o procedimiento y que han sido aprendidos por mecanismos implícitos de aprendizaje. Según Reber (citado por Pozo et al, 2006) las creencias implícitas, a diferencia de los saberes explícitos, se adquieren en buena medida por procesos de aprendizaje implícito que tienen lugar con independencia de los intentos conscientes por aprender y en ausencia de conocimientos explícitos sobre lo que se adquiere.

Reber agrega que se trataría de un proceso de aprendizaje básico que comparten prácticamente todos los seres vivos, en su necesidad de detectar regularidades en el ambiente, mediante representaciones implícitas que hagan ese ambiente más predecible y controlable.

Por lo tanto, adquirimos buena parte de nuestras representaciones cotidianas de forma implícita -no consciente-, como consecuencia de la exposición repetida a situaciones de aprendizaje que requieren respuestas adaptativas. Las personas no somos conscientes de esos saberes implícitos, e incluso ellos pueden ser contrarios a nuestras representaciones explícitas o conscientes (Pozo et al, ob. cit)

Estos "errores", atribuibles a teorías implícitas, deberían constituir un aspecto muy importante de la enseñanza. En la literatura hay bastante información sobre las "equivocaciones" que los alumnos cometen en las distintas asignaturas, que no serían atribuibles a la falta de estudio o atención en clase, sino a la maquinaria cognitiva de la que estamos provistos los seres humanos y a la cultura en que hemos vivido. Algunos ejemplos de este tipo de errores, que para efectos de este artículo llamaremos teorías implícitas (Pozo et al, ob cit 2006), son los siguientes:

- Brown y Hammer (2008), estudiaron los errores que los alumnos cometen en el concepto de fuerza y movimiento. Una teoría implícita dentro de este campo consiste en creer que el movimiento es siempre causado por algún tipo de fuerza, sea ésta externamente aplicada o internamente almacenada. Así, los estudiantes entienden la existencia de una "fuerza de movimiento" como "inyectada" al objeto, y el movimiento como decreciente a medida que la fuerza se debilita. Según esta teoría inicial, si hay movimiento hay fuerza. En la teoría científica,

si la suma de todas las fuerzas de un objeto es cero, entonces se produce movimiento a una velocidad constante. El cambio de teoría en este caso, no sería simplemente un cambio en la relación entre fuerza y movimiento, sino también un cambio en la comprensión de lo que constituye la fuerza.

- Respecto al concepto de materia, Wiser y Smith (2008) señalan que los niños comienzan haciendo distinciones entre objetos sólidos y no sólidos, posteriormente pueden comprender que los objetos están constituidos por diferentes tipos de materiales y finalmente, llegan a manejar el concepto de materia. Una teoría implícita que presentan los niños es considerar la materia como algo que pueden ver, sentir y tocar. Creen que la materia es detectable únicamente a través de los sentidos, manteniéndose anclados en la percepción. Debido a lo anterior, pueden cometer el error, por ejemplo, de pensar que el aire no es materia. Para comprender que el aire es también materia, se necesita de una teoría científica que provea unidad con respecto a las propiedades comunes entre los sólidos, los líquidos y los gases. Por ejemplo, tener medidas de peso y volumen. Esta teoría no se puede comprender sin una reestructuración conceptual radical y extensiva, no sólo para la materia, sino también para el concepto de peso y volumen.
- También en Física, los alumnos tienen errores “estructurales” respecto al concepto de átomo (Wiser & Smith 2008). Una de las concepciones erróneas consiste en que no conciben los átomos como los componentes básicos de la materia, sino como algo *dentro* de la materia. Ven a los átomos como algo envuelto en un sustrato material, como si por sí mismos, no fueran suficientes para convertirse en el material del cual las cosas están hechas. Muchas razones conspiran para causar esta situación, una de ellas proviene del compromiso epistemológico de los estudiantes hacia el realismo ingenuo y su falta de sofisticación para razonar en base a un modelo. Ellos asumen que las cosas son según la forma en que aparecen. La materia parece continua, así la materia *es* inherentemente continua. Aprender sobre átomos y moléculas es difícil porque además involucra agregar un nuevo nivel ontológico (los átomos y las moléculas comparten pocas propiedades con objetos macroscópicos), sino también porque involucra hacer una distinción fundamental entre átomos y moléculas en este nivel: los átomos se conservan a través de transformaciones químicas, mientras que las moléculas, pueden existir y dejar de existir.
- Brewer (2008) presenta una serie de errores que son cometidos por niños, jóvenes y adultos con respecto a la Astronomía. Por ejemplo, el modelo del sol y la luna alrededor de la tierra: al preguntarle a un niño nativo americano de 6 años, dónde está el sol y la luna durante el día y la noche, el niño dice que el sol está en el cielo en el día y en la noche se mueve hacia el otro lado de la tierra; y la luna está en el cielo durante la noche y durante el día se mueve al otro lado de la tierra. Y cuando se le pregunta cómo es que cambia del día a la noche; el niño contesta que el sol y la luna se mueven alrededor de la tierra (Diakidoy, Vosniadou y Hawks, 1997: 174). Este ejemplo pone en evidencia el conflicto entre la información percibida sensorialmente, en la cual se observa cómo el sol “aparece” a un lado y avanza hasta “escondarse” a otro lado y la teoría científica, que requiere que el niño acepte que la tierra gira. Es decir, se demanda que el niño deje de lado la bien atrincherada creencia de que la tierra es estable y que no gira.

- Brewer (2008) presenta dos ejemplos del modelo de distancia de las estaciones citados por otros autores: un niño de 10 años de edad hace un dibujo de la tierra en una órbita elíptica alrededor del sol y dice: "la tierra está más cerca del sol en verano" (Sharp, Bowker y Merrick, 1997: 75). Otro niño, de 7 u 8 años de edad, dice: "La tierra gira alrededor del sol en un tipo de trayectoria ovalada. En invierno estamos alejados del sol" (Kuse, 1963: 215). Tras la revisión de estos ejemplos, Brewer explica que el fenómeno evidente para los niños es que el invierno es frío y el verano es caluroso y la razón es la cercanía de la tierra al sol, sin considerar la posición del eje de la tierra, aspecto central en la comprensión científica sobre las estaciones del año.
- En Biología, Inagaki y Hatano (2008) muestran las teorías implícitas de los alumnos respecto al concepto de fotosíntesis: los alumnos pequeños no pueden comprender la diferencia básica que existe entre los animales y las plantas para efectos de su modo de alimentarse. Por ejemplo, no entienden que las plantas pueden producir nutrientes por sí mismas, y tienden a aceptar el falso postulado de que el agua es para las plantas como la comida para los animales.

3. Las teorías implícitas como adquisición cultural y cognitiva

Según reporta la literatura que se refiere a cambio conceptual, los conceptos y teorías provenientes de un proceso de aprendizaje implícito se rigen por procedimientos muy diferentes a aquellos mediante los cuales se construyen las teorías científicas. Ambos tipos de teorías resultan incompatibles y no serían producto de una continuidad natural del conocimiento, por el contrario, serían de naturaleza distinta y sus fines serían diferentes.

Rodrigo y Correa (2000) señalan que en la epistemología cotidiana, la construcción de teorías ingenuas no es un ejercicio intelectual de aproximación a la exactitud o a la verdad, sino un modo de contar con interpretaciones eficaces y útiles, no necesariamente ciertas. La función de estas teorías es generar explicaciones y predicciones sobre los fenómenos cotidianos del entorno y poder orquestar planes de acción en torno a las metas vitales. Asimismo, los esquemas del conocimiento cotidiano se forjan a partir de la maquinaria inductiva que opera en la mente, lo que conlleva que sus productos estén implícitos, es decir, no sean fácilmente accesibles a la conciencia y, menos aún, verbalizables espontáneamente. Por eso mismo, las teorías implícitas no se modifican mediante procesos de comprobación de hipótesis como lo hacen las teorías científicas.

Aprender los conocimientos científicos requeriría de una reestructuración mental que sólo es posible mediante intervenciones sociales muy específicas en forma de instrucción. Esto evidencia la necesidad de que el profesor andamine las habilidades para alcanzar el conocimiento científico a través de la generación de nuevas formas de actividad en los escenarios educativos (Pozo, 2001).

Si las teorías implícitas son comunes a la mayoría de las personas, es razonable pensar que se han construido con un sistema cognitivo estándar con el que venimos equipados. Este sistema sería el responsable de los "errores" que los alumnos dicen una y otra vez, a pesar de los esfuerzos de los científicos y profesores por demostrar que están equivocados. Visto desde esta óptica, dichos errores no serían

atribuibles a la falta de estudio o madurez escolar sino a un sistema cognitivo que utiliza unos mecanismos de aprendizaje por defecto.

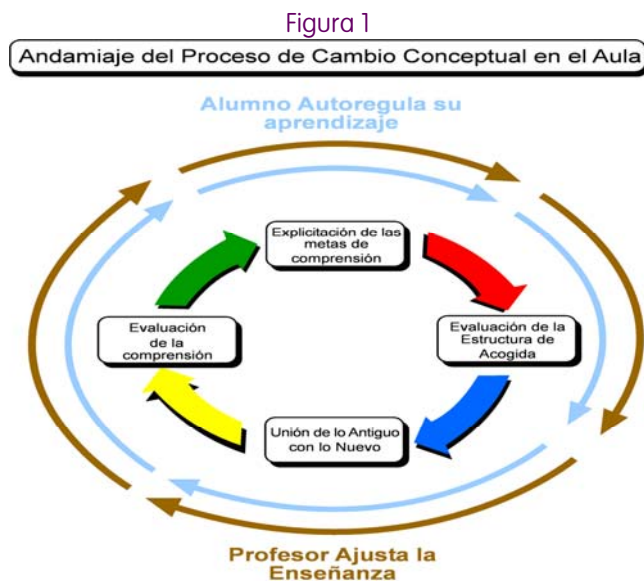
Hemos considerado necesario hacer una distinción respecto al origen "secundario" de algunas teorías implícitas. Las ideas de que la tierra es plana y el sol se esconde, son elaboradas a través de mecanismos perceptivos tal como ya lo señalara Reber (citado por Pozo et al, 2006 ob. cit.). Sin embargo, las personas damos cuenta de teorías implícitas que no son adquiridas por esta vía sino transmitidas en la cultura cotidiana. Por ejemplo, en la cultura chilena, los precios de los productos y los números de las calles no se escriben con letras, por lo que los niños suelen considerar como dato numérico sólo lo que está escrito en símbolos numéricos. Por lo tanto, los alumnos en la escuela no consideran como datos de un problema matemático aquellos números que están escritos con palabras o aquellas palabras que indican una operación matemática. Por ejemplo, "de ida y de vuelta" implica doblar la distancia. Lo mismo ocurre con la dificultad de los alumnos con los conceptos de "masar" y "pesar". En el lenguaje cotidiano, los chilenos se suben a la balanza para "pesarse" y luego en la escuela deben utilizar la balanza para "masarse". Estas adquisiciones "erróneas" que entorpecen el aprendizaje científico, no podrían atribuirse a un mecanismo cognitivo, pareciera más coherente pensar que lo que la escuela está enseñando es "contra cultural" y no "contra perceptivo".

La distinción entre las formas de adquisición de las teorías implícitas, de origen cultural o cognitivo, nos parece importante porque pensamos que el tipo de andamiaje para el cambio conceptual debiera ser distinto.

4. Andamiaje del proceso de cambio conceptual

En forma consistente con las reflexiones expuestas, presentamos a continuación una propuesta didáctica para andamiar el error en el aula. Describiremos un modelo de enseñanza que trabaja a partir de las teorías implícitas de los alumnos, con el fin de reconocerlas y restringir su ámbito de acción en el futuro. Esta propuesta es fruto de una línea de investigación que ya cumple dos décadas (Manterola, M. Beas, J. & Santa Cruz J. (1994); Beas, J., Santa Cruz, J., Thomsen, P. y Utreras, S (2000), Gómez, V. Santa Cruz, J. y Thomsen, P. (2007)) y en este artículo se reporta particularmente el trabajo realizado en el último de estos proyectos que incluyó una intervención pedagógica tendiente a promover cambio conceptual en los profesores respecto a su concepción del proceso de aprendizaje, acercándolos a una concepción de la enseñanza más centrada en la construcción de conocimientos comprensivos a partir de los errores que cometen los alumnos.

En la figura 1 presentamos un modelo de andamiaje para el cambio conceptual que se puede caracterizar como un ciclo veloz que se repite tantas veces como sea necesario durante una clase. El ciclo está compuesto por cuatro momentos: Explicitación de las Metas de Comprensión, Evaluación de la Estructura de Acogida (Halwachs 1975, en Jorba y Casella 1997), unión de lo Antiguo con lo Nuevo, y evaluación de la comprensión. De manera paralela, y a lo largo de todo el proceso de aprendizaje, se generan procesos sistemáticos e intencionados de evaluación que permitirían al docente, ajustar la enseñanza y al alumno, autorregular su aprendizaje.



Explicitación de las metas de comprensión:

Un modelo de enseñanza centrado en la comprensión enfoca sus acciones hacia el logro de metas amplias que implican conocimientos y habilidades de alto nivel y conexiones entre conceptos de la disciplina y de otras disciplinas (Perkins 1999).

Para elaborar estas metas de comprensión, que generalmente pueden involucrar un cambio conceptual, o por lo menos un enriquecimiento, se requiere que el docente tenga un manejo comprensivo del contenido disciplinar a enseñar, lo que le permitirá encontrar lo esencial bajo múltiples apariencias. (Blythe 1999).

Un núcleo duro de abordar en los profesores que participaron en nuestra investigación fueron las metas de comprensión. Les costaba diferenciarlas de objetivos operacionales y tendían a definir las siguiendo la secuencia con que se presentan los contenidos en los textos escolares en circunstancias que una meta de comprensión son amplias y refieren a aspectos centrales de la materia, implican modalidades de indagación y formas de comunicación que resultan esenciales si se quiere que los alumnos entiendan la materia en cuestión. Las metas de comprensión se desarrollan en varias clases y siempre implican para el alumno ser activo mentalmente y realizar desempeños observables. (Blythe ob cit.)

Evaluación de la estructura de acogida de los estudiantes.

El estudiante no es una mente vacía; por el contrario, tiene muchas ideas y experiencias en su mente. El alumno se ha hecho preguntas y ha elaborado respuestas que lo satisfacen hasta ese momento, y algunas de esas elaboraciones tienen el carácter de teorías implícitas.

El modelo presentado en la Figura 1 propone trabajar a partir de todas las representaciones manifestadas por los alumnos, sean ellas equivocadas o correctas. Esto consiste en generar dispositivos que den la oportunidad al alumno y al profesor, de tomar conciencia de sus representaciones, pero no de cualquier representación sino de aquellas que apuntan al tema nuclear establecido en la meta de comprensión.

Es desde allí, donde el profesor puede iniciar un verdadero proceso de mediación cognitiva. Por esta razón, debe abrirse en la sala un espacio para compartir. No limitar el diálogo a las respuestas correctas, sino estar abierto a las explicaciones ingenuas, supersticiosas, a los razonamientos espontáneos; ya que serán el punto de partida para entrar en el sistema cognitivo de los alumnos y, desde allí, avanzar hacia el conocimiento científico que la escuela debe construir.

En esta fase del proceso de aprendizaje, es fundamental que el profesor desarrolle las competencias profesionales que le permitan generar un espacio de baja amenaza, donde el aprendiz se sienta aceptado y en confianza para “mostrar su pensamiento”. Un espacio donde el riesgo es posible y el error es una herramienta poderosa para aprender.

Ajustar la enseñanza: Trabajar a partir de los errores

La tarea para el docente focalizado en el logro de aprendizajes comprensivos de buena calidad, será interesarse cada vez más por los errores e intentar comprender su origen, antes que combatirlos. Astolfi (1999) propone considerar el error como un instrumento para enseñar, un revelador de mecanismos del pensamiento del alumno.

El profesor constantemente debe estar revisando su planificación y hacer las modificaciones necesarias para conseguir acercarse a la meta establecida. Estos ajustes están guiados por dos aspectos: i) la información que le va proporcionando la interacción con la mente de los alumnos y ii) la reaparición de las representaciones que ya creíamos superadas (teorías implícitas); pero que constantemente nos recuerdan que siguen allí presentes, a pesar de las demostraciones irrefutables de la ciencia y las correcciones aportadas por el profesor. A propósito de lo anterior, dos profesores de Lenguaje comentan en una sesión de práctica reflexiva: “ya lo habíamos trabajado, yo les había dicho y siguen con la idea de que la poesía es rima...”; (Texto de campo, práctica reflexiva N° 1, p. 2, colegio N°5).

Autorregular el aprendizaje: El alumno toma conciencia de sus avances y dificultades

La actividad constructiva del alumno requiere de la existencia de mecanismos intrapsicológicos que le permiten al sujeto ser consciente de algunos de los conocimientos previos que manejan y de algunos de los procesos mentales que se usan para procesar dichos conocimientos. El alumno, al ir tomando conciencia de su proceso, debe ir activando procesos de autorregulación de su aprendizaje en curso. Pozo (2001).

Las personas que mejor aprenden se caracterizan por la capacidad de detectar y regular ellos mismos sus dificultades y pedir y encontrar las ayudas significativas para superarlas. El alumno que planifica su actividad en función de una meta comprensiva, puede reconocer cuando algo no encaja, es incoherente, o incluso si la meta fijada no es la adecuada (Sanmarfí, 2007).

El modelo teórico propuesto para mediar el cambio conceptual pone especial énfasis en la generación de procesos que faciliten e incentiven la autorregulación del aprendizaje por parte del alumno; es por esto que las metas de comprensión son elaboradas para y con los alumnos (Blythe, ob cit). La evaluación de la estructura de acogida recoge información especialmente relevante para que el alumno tome conciencia de su punto de partida, y lo mismo ocurre en el proceso de unir lo nuevo con lo antiguo, donde el aprendiz debe ir evaluando si el curso de su acción es coherente o no con el logro de la meta.

Unión de lo nuevo con lo antiguo

El modelo de cambio representacional sostiene que las teorías implícitas no se cambian ni se extinguen. Lo que sucede es que el nivel representacional de estas teorías se modifica, haciéndose éstas cada vez más manipulables y flexibles para quien las posee (Karmiloff-Smith, 1994). Siguiendo a esta autora, proponemos modificar las creencias implícitas profundamente arraigadas, a través de un proceso de explicitación progresiva de estas representaciones. Lo anterior, reafirma la necesidad de que el profesor organice secuencias didácticas en formato de ciclos breves que se repiten varias veces durante la clase (ver fig 1), donde constantemente se están retomando las teorías implícitas de los alumnos.

En este momento del aprendizaje, el docente debe procurar que en la sala de clases se dé un diálogo permanente entre las teorías implícitas de los alumnos y el conocimiento científico que se quiere construir. Es decir, el profesor debe enfocar su mediación hacia las tareas complejas implicadas en su meta de comprensión y dentro de estas tareas estaría el trabajo explícito con el error para su redesccripción representacional (Karmiloff Smith ob cit).

Evaluación de la comprensión

La comprensión se entiende como un proceso continuo, desde un conocimiento superficial centrado básicamente en el saber (reproducción de información) hacia un "saber hacer múltiples operaciones" en relación a un tópico determinado (Perkins, 1999).

Dentro del ciclo de andamiaje para el cambio conceptual, la evaluación de la comprensión implica que el docente vaya chequeando el nivel y calidad de la construcción que está elaborando el alumno. Este proceso debe comprender estrategias variadas, que le permitan al profesor y sobre todo al alumno tomar conciencia de sus logros respecto a la meta de comprensión que se está trabajando.

Los profesores de nuestra investigación reconocen que la verificación de los niveles de comprensión en el aula es una tarea que no hacen habitualmente. Algunas citas que reflejan este problema son: "lo que no hago es volver a preguntarle al mismo niño para ver si ha comprendido o no, uno no se da cuenta...". (Texto de campo, práctica reflexiva N°4, p. 3, colegio N°4).

5. Reflexiones finales

La primera conclusión que salta a la vista, a partir de estudios anteriores y confirmada por la experiencia en que se basa este artículo, es que el error como hecho cotidiano que ocurre naturalmente en cualquier aula, no está en el campo de atención inmediata de los profesores. No constituye un tema de preocupación para ellos y menos aún, un recurso a partir del cual se podría comprender y aliviar las naturales dificultades que encuentran los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Los docentes que hemos observado en las aulas, tanto en escuelas de alto prestigio como en otras menos destacadas, no reparan en el error. No podemos caer en la simplificación de creer que ellos están ocultando intencionadamente algo que podría constituir un flanco vulnerable de su actuar profesional. Sencillamente creemos, buscando al menos algunas explicaciones, que en la discusión pedagógica especializada de las últimas décadas, el error no ha estado como tema de reflexión recurrente y por ende, tampoco ha sido un tema que ha merecido ser incluido en los currículos de formación de profesores. Quizás una hipótesis que puede dar luces a este hecho, podría apoyarse en la inexistencia de estudios sobre los mecanismos

psicológicos que pudieran explicar la ocurrencia del error. Alentadoramente, como mostramos en los antecedentes teóricos de este artículo, este panorama ha ido cambiando. Los avances actuales sobre el tema de las teorías implícitas y el cambio conceptual, están proporcionando prometedoras luces, que han ido enriqueciendo la discusión y proporcionando pistas que ayudan a orientar una intervención pedagógica más específica y diferenciada.

Creemos que los resultados que mencionamos en el párrafo anterior, deben ser divulgados y discutidos, tanto a nivel de los investigadores como de los profesores, a fin de que se vayan abandonando gradualmente viejas tradiciones que atribuyen el no aprendizaje sólo a factores externos tales como la falta de estudio del alumno o una mala metodología usada por el profesor. Los ejemplos que hemos incluido en este trabajo muestran, a nuestro juicio, que el error es un hecho inherente al aprendizaje humano, siempre presente. Por tanto, es razonable postular que el montaje cognitivo de los seres humanos incluye la capacidad de dar permanentes explicaciones a las demandas que propone el medio como una forma de adaptación y equilibrio. A propósito de cómo se formarían en la mente las teorías implícitas queremos dejar en espera, para estudios futuros, otra vía menos explorada y comentada en la literatura, pero que a nuestro juicio puede llegar a constituir una plausible hipótesis en torno al origen de estas teorías o concepciones erróneas. Nos referimos al origen cultural que tendrían ciertas creencias que manifiestan los alumnos a la hora de enfrentar el aprendizaje de algunas teorías científicas. Como lo destacamos en este artículo en algunos ejemplos observados, existirían firmes creencias sobre la naturaleza y funcionamiento de las cosas provenientes de aprendizajes previos, adquiridos por el contacto con el contexto cultural de ciertas comunidades. La distinción entre estas dos explicaciones frente al origen de las teorías implícitas nos parece un interesante reto.

El desafío pedagógico que se desprende de las ideas del párrafo anterior, consistiría entonces en cómo compatibilizar la existencia de este conocimiento espontáneo necesario para el sujeto, con la necesidad de acceder a su cultura, de adquirir conocimiento científico para lograr su máximo desarrollo y poder ser considerado un hombre culto y bien educado. El aprendizaje profundo y comprensivo es un aprendizaje complejo, que se caracteriza justamente tanto por la amplitud y extensión de la mirada, como por la capacidad de discriminación profunda entre un conocimiento y otro. Así, en el caso específico que estamos comentando, el logro de un aprendizaje profundo requeriría de un tipo de intervención pedagógica diferenciada, que permitiera al sujeto discriminar entre sus teorías implícitas y el conocimiento científico, de modo de disponer de respuestas específicas según la situación o el problema que deba resolver. Por su parte, el desafío para el profesor para favorecer el aprendizaje profundo, sería desarrollar su capacidad para reconocer el tipo de razonamiento que está detrás de la respuesta del alumno, sea ésta errónea o no, para poder aplicar un tratamiento pedagógico diferenciado. De este modo, el conocimiento y experiencia previas del alumno, incluyendo sus errores, se transforman en una oportunidad de construir aprendizajes futuros.

La propuesta pedagógica que presentamos, contempla el ciclo básico que repite la mente humana una y otra vez al construir el aprendizaje. Creemos, siguiendo algunos postulados de la teoría sociocultural, que este ciclo no es un proceso meramente espontáneo sino que necesita de una mediación cultural específica y ésta, a su vez, requiere una capacitación del profesor también específica.

En nuestra experiencia, la capacitación del profesor para ejercer el rol de mediador que le asignamos en este modelo requiere, por una parte, de una base teórica relacionada con el tema de las

teorías implícitas y el cambio conceptual. Se requiere, además, de una discusión guiada, tanto al momento de planificación de la clase como al momento de reflexionar sobre su propia práctica, la que necesariamente debe ser compartida con uno o más pares. El camino a recorrer, incluye el reconocimiento de sus propias teorías implícitas sobre enseñanza y aprendizaje, de modo de tomar conciencia del papel que éstas juegan en su propio aprendizaje del rol mediador. Otro aspecto importante del entrenamiento, se refiere a la ayuda que necesita el profesor para aguzar su mirada y reconocer las teorías implícitas de sus alumnos prestando atención a los errores que cometen los estudiantes al aprender. La reflexión se centra entonces, en la consideración del error como un hecho esperable y natural, y el análisis de la conducta errónea como un elemento para poder discriminar en qué consiste el error y cuál sería la estrategia pedagógica que habría que aplicar en cada caso. En nuestra experiencia, la práctica guiada es un fructífero intercambio de experticias entre el conocimiento teórico del guía y el conocimiento práctico del docente. Este intercambio genera un nuevo conocimiento de carácter teórico práctico.

Finalmente, queremos compartir una última reflexión. Creemos que estudios sobre la temática del error pueden ir provocando un necesario cambio cultural sobre el tema y abrir así una puerta a un importante recurso de aprendizaje. Nuestra cultura, en general, ve el error con malos ojos, tiende a castigarlo y así se suscitan una serie de culpabilidades que a nadie le gusta asumir. Desde niños, aprendemos a esconder los errores para no ser castigados y es quizás por eso que los profesores que consultamos sobre los errores de sus alumnos no tuvieron de inmediato las respuestas esperables. Quién más que los profesores pueden saber sobre los errores más frecuentes que cometen sus alumnos; sin embargo, desde su inconsciente hubo algo que los hizo olvidar lo que sí sabían. Ellos prefieren hablar de los aciertos de sus alumnos. Valorar el error como fuente de información es una tarea aún pendiente.

Bibliografía

- ASTOLFI, Jean Pierre (1999). *El error un medio para enseñar*, Sevilla, Diada.
- AZNAR, Pilar (1992). El constructivismo en la educación. En AZNAR, Pilar (comp.). *Constructivismo y educación* (pp 13-32). Valencia: Tirant lo Blanch.
- BEAS, Josefina., SANTA CRUZ, Josefina, THOMSEN, Paulina .y UTRERAS Soledad (2000) *Enseñar a pensar para aprender mejor*. Santiago de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- BLYTHE, Tina (1999). *La enseñanza para la comprensión*. Guía para el docente. Buenos Aires: Paidós.
- BREWER, William. F. (2008). Naïve Theories of Observational Astronomy: Review, Analysis, and Theoretical Implications. En VOSNIADOU, S. (comp.). *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp.155-204). New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- BROWN, David y HAMMER, David (2008) Conceptual change in physics. En VOSNIADOU, S. (Comp.) *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp.240-262). New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- CERIANI, José (2001). "El error en medicina: reflexiones acerca de sus causas y sobre la necesidad de una actitud más crítica en nuestra profesión". *Archivos Argentinos de Pediatría*. ><http://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2001/522.pdf>< [consultado nov. de 2010]
- COLL, Cesar (2001). Constructivismo y educación; la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje. En: Coll, C. Marchesi, A., y Palacios, J. (comp.). *Desarrollo psicológico y educación* (pp.157-185). Madrid: Alianza
- CHI, Michelene T.H. (2008). Three types of conceptual changes: belief revision, mental model Transformation, and categorical shift. En VOSNIADOU, S. (comp.). *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp.61-82). New York: Routledge Taylor & Francis Group.

- GOMEZ, Viviana., SANTA CRUZ, Josefina. y THOMSEN, Paulina. (2007) "En busca del cambio conceptual del profesor en contexto de la formación continua". *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en la Educación*, 5 (5e), pp.27-31.
- INAGAKI, Kayoko y HATANNO, Giyoo (2008). Conceptual change in Naïve Biology. En VOSNIADOU, S. (Comp.) *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp.240-262). New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- JORBA, Jaume y CASELLAS Ester (ed.) (1997) *La Regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. vol I . Madrid: Síntesis.
- KARMILOFF-SMITH Annette (1994). *Más allá de la modularidad de la mente*. Madrid: Alianza.
- MANTEROLA, Marta., BEAS, Josefina., SANTA CRUZ Josefina. (1994) "Programas de desarrollo del pensamiento". *Revista Pensamiento Educativo* .Vol 15 .Santiago de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile pp. 249-252
- MONTANERO, Manuel y GARCIA, Gonzalo (2005). "¿Qué hacen los profesores cuando los alumnos se equivocan? Un análisis de la interacción verbal en el aula de apoyo", *Infancia y aprendizaje* 28/2. pp 141-157.
- PERKINS, David. (1999). Qué es la comprensión. En: Stone, M. *La enseñanza para la comprensión*. Paidós: Buenos Aires.
- POCHULU Marcel (2005):" Análisis y categorización de errores en el aprendizaje de la matemática en alumnos que ingresan a la universidad", *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(4), 1-14. Recuperado <<http://www.rieoei.org/deloslectores/849Pochulu.pdf> > [Consulta: dic. 2010]
- POZO, Juan Ignacio., (2001). *Humana Mente: el mundo, la conciencia y la carne*. Madrid: Morata.
- POZO, Juan. Ignacio., SCHEUER, N., MATEOS, M. Y PÉREZ-ECHEVERRÍA, M. (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. En POZO, J. I., SCHEUER, N., PÉREZ-ECHEVERRÍA, M., MATEOS, M., MARTÍN, E., DE LA CRUZ, M. *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos* (pp. 95-132). Barcelona: GRAO.
- ROCHERA, María José (2000). "Interacción y andamiaje en el aula: el papel de los errores en la influencia educativa", *Cultura y educación* 17/18: pp 63-81.
- RODRIGO, María José y CORREA, Nieves (2000). Representación y procesos cognitivos: esquemas y modelos mentales. En: COLL, C., PALACIOS, J. y MARCHESI, A. (Comp.). *Desarrollo psicológico y educación* (pp. 117-135). Madrid: Alianza.
- SANTA CRUZ, Josefina (2008) "Dificultades y nuevos desafíos para adoptar un enfoque constructivista de la enseñanza y el aprendizaje en el aula universitaria y escolar". *Foro educacional*, 13, Universidad Católica Cardenal Silva Henríquez, Santiago de Chile. pp. 59-84.
- SANMARTI, Neus (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Grao.
- WISER, Marianne y SMITH, Carol (2008). Learning and Teaching about Matter in Grades K-8: When should the Atomic-Molecular Theory be introduced? En VOSNIADOU, S. (Comp.) *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp.205-239). New York: Routledge Taylor & Francis Group.